ADALÉKANYAGOK GEOMETRIAI TULAJDONSÁGAI

Dr. Kausay Tibor



Frissítve: 2019. november



SZEMSZERKEZET

SZEMSZERKEZET FOGALOMKÖRE			
FOGALOM	SZEM-NAGYSÁG	SZEMALAK	SZEM-ÉRDESSÉG
	esetén elvonatkoztatunk		
SZEM-NAGYSÁG		szem-nagyságtól	szem-nagyságtól
SZEMALAK	szemalaktól		szemalaktól
SZEM-ÉRDESSÉG	szem-érdességtől	szem-érdességtől	



SZEMNAGYSÁG, SZEMMEGOSZLÁS









Kausay

DK 691.07

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	**Beton és alapanyagainak vizsgálata**	MNOSZ 934—49
		Építési anyagok G 13

uvoße 934–51 l.m.

E szabvány hatálya kiterjed a belföldön előállított, ill. forgalombahozott betonnak és alapanyagainak vizsgálatára.

E szabvány alapján a szemmegoszlás meghatározásához

- **0-1 mm szemnagyság között négyzetlyukú szitákat,**
- **1 mm felett körlyukú rostákat használtak.**

A grafikonról lemérjük az amerikai szitának megfelelő értékeket:

Lyukbőség mm	Áfesett %	Összes maradék %
76,2	100	0
38,1	100	0
19,05	70	30
9,52	55	45
4,75	42	58
2,37	26	74
1,18	17	83
0,591	12	88
0 295	8	92
0,147	6	94
	Összesen	564

DK 691.07

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	**Beton és alapanyagainak vizsgálata**	MNOSZ 934—49
		Építési anyagok G 13

MNOSZ 934 – 51 l.m.

E szabvány hatálya kiterjed a belföldön előállított, ill. forgalombahozott betonnak és alapanyagainak vizsgálatára.

Az adalékanyag szemszerkezet szerinti minősítésére használt finomsági szám (Abrams-féle modulus)

$$A = \frac{\Sigma b}{100}$$

ahol a b értékek a 0,147; 0,295; 0,59; 1,18; 2,37; 4,75; 9,52; 19,05; 38,1 és 76,2 mm-es szitákon fennmaradt adalékanyag mennyiségek az egész vizsgált anyag súlyszázalékában.
A b értékek a szemszerkezeti görbéből leméréssel is megállapíthatók.

Példa:

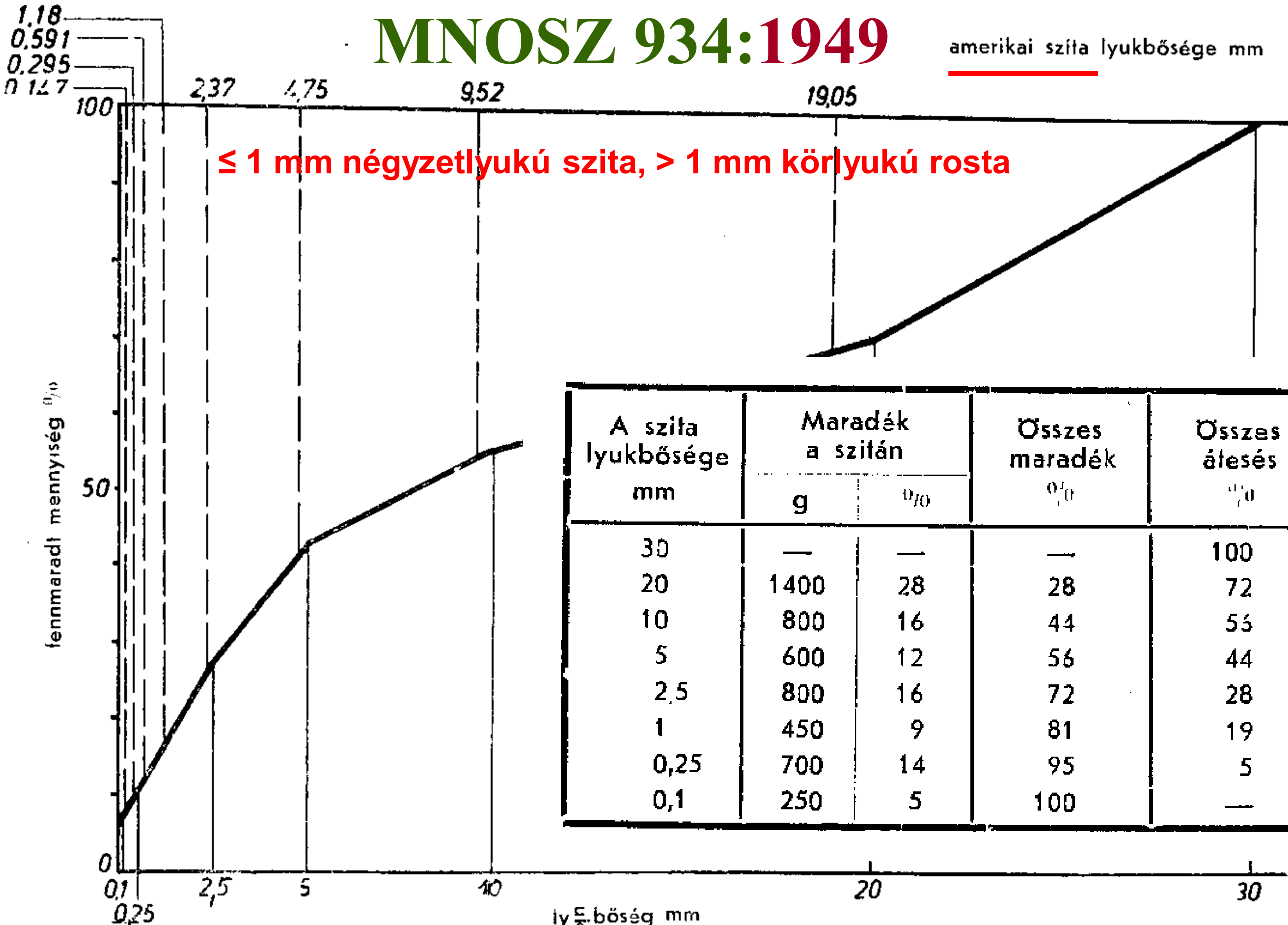
A szemszerkezet megállapításához 7 szita állt rendelkezésre, szitáltunk 5 kg adalékanyagot.

A grafikonról lemérjük az amerikai szitának megfelelő értékeket:

Lyukbőség mm	Áesett %	Összes maradék %
76,2	100	0
38,1	100	0
19,05	70	30
9,52	55	45
4,75	42	58
2,37	26	74
1,18	17	83
0,591	12	88
0 295	8	92
0,147	6	94
	Összesen	564

MNOSZ 934:1949

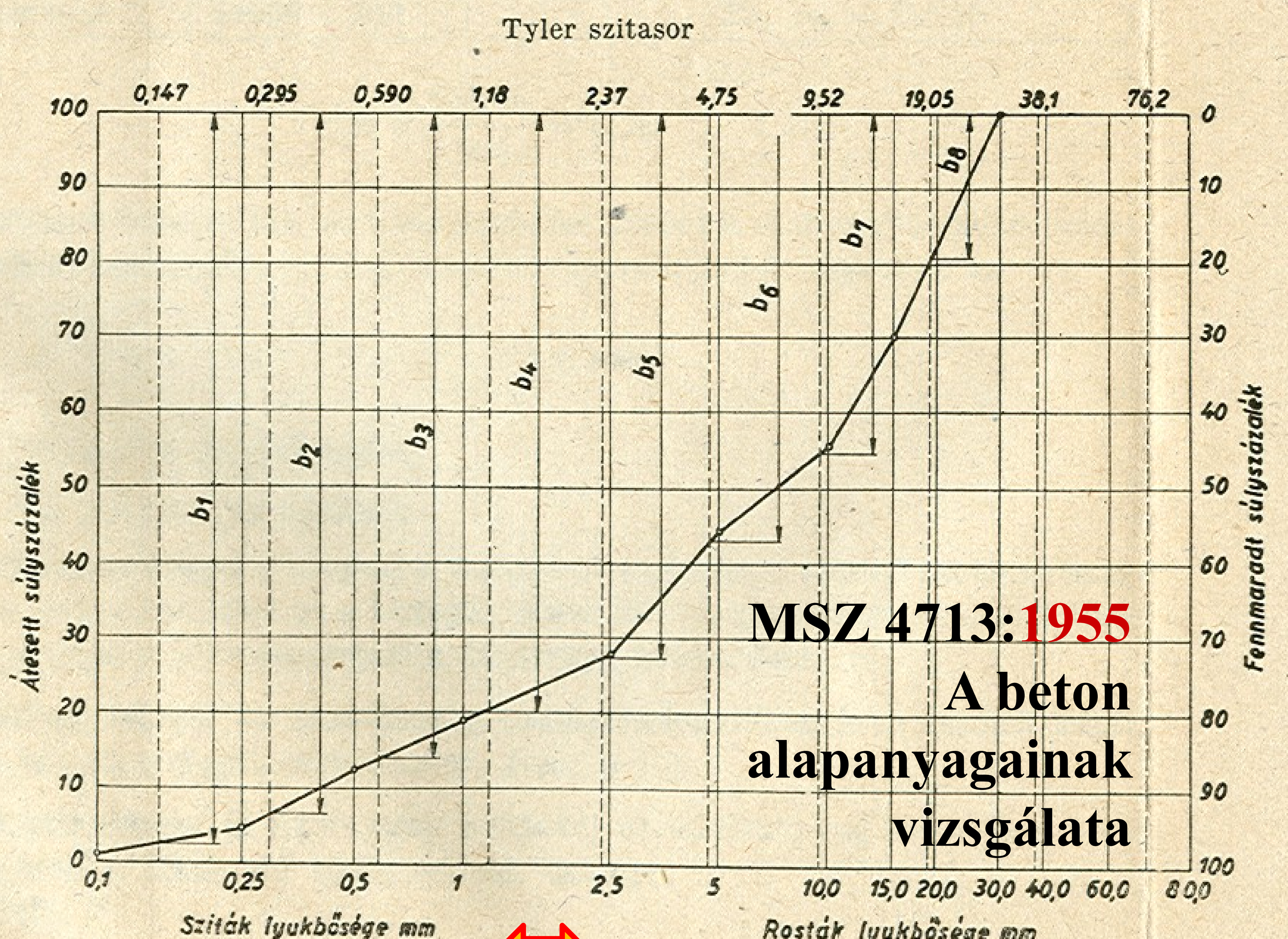
≤ 1 mm négyzetlyukú szita, > 1 mm körlyukú rosta



A szita lyukbősége mm	Maradék a szitán g	Maradék a szitán %	Összes maradék %	Összes átesés %
30	—	—	—	100
20	1400	28	28	72
10	800	16	44	56
5	600	12	56	44
2,5	800	16	72	28
1	450	9	81	19
0,25	700	14	95	5
0,1	250	5	100	—

Finomsági szám $A = \frac{564}{100} = 5{,}64$ 9

Kausay



MSZ 4713:1955

A beton alapanyagainak vizsgálata

≤ 1 mm **négyzetlyukú** ⇔ > 1 mm **körlyukú**

MNOSZ 934:1949 és MSZ 4713:1955 „A beton alapanyagainak vizsgálata" című szabvány szerint:

„A teljes szita-, ill. rostasorozat tagjai alulról felfelé:

- **alsó tálca, 0,1; 0,25; 0,5; 1,0 huzalszövetű négyzetlyukú sziták,**
- **2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80 mm lyukbőségű körlyukú rosták, 1 mm vastag acéllemezből, jól illeszthető zárt fedéllel."**

MSZ 4713-3:1977 A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag →
MSZ 18288-1:1978 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlás vizsgálata szitálással

„A vizsgálathoz 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 63; 96; 125 mm négyzetes lyukú szitákból álló („A") szitasorozatot kell alkalmazni"


JOHNNIE WALKER
BLACK LABEL
Blended Scotch Whisky
PRODUCT OF SCOTLAND
AGED 12 YEARS
750ml 40% ALC/VOL (80 PROOF)
JOHNNIE WALKER
BLACK LABEL
Blended Scotch Whisky
AGED 12 YEARS


12
YEARS OLD
Johnnie Walker
BLACK LABEL
SCOTCH WHISKY

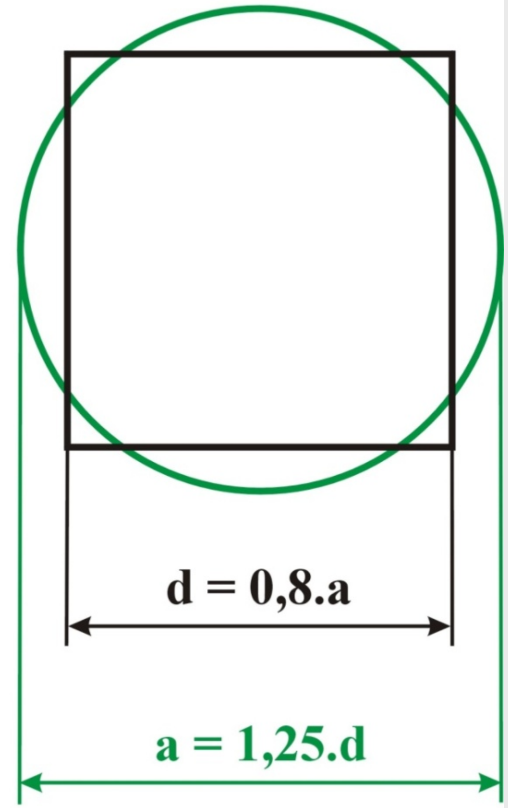

ROSS REVENGE

Churchill kedvenc itala a fekete címkés **Johnnie Walker** volt. A Johnnie Walker palackja azért lett hagyománybontóan szögletes, mert a nagy tengerentúli kereslet miatt csak így tudták megoldani, hogy szállításkor minél több üveg férjen bele egy ládába. Azóta ez lett a Johnnie egyik márkajele.



Ugyanebből a meggondolásból alkalmazzák a négyzetlyukú szitákat, ugyanis azok nyílásfelülete, azaz hatékonysága nagyobb, mint a körlyukú rostáké.


32 mm
16 mm
8 mm
4 mm
2 mm
1 mm
0,5 mm
0,25 mm
0,125 mm
0,063 mm


d = 0,8.a
a = 1,25.d

Az MNOSZ 934:1949 és MSZ 4713:1955 „A beton alapanyagainak vizsgálata” című szabvány szerint a finomsági modulust a *Tyler-féle* szitasor lyukbőségeinek megfelelő ordinátákon leolvasott, fennmaradt tömegszázalékok összegének századrészeként számítottuk ki.

A *Tyler-féle* szitasor szitái:
0,147 (0,15); 0,295 (0,3); 0,59 (0,6); 1,18 (1,2); 2,37 (2,5); 4,75 (5,0); 9,52 (10,0); 19,05 (20,0); 38,1 (40,0); 76,2 (80,0) mm.

A *Tyler-féle* szitasort 1977 óta nem használjuk.

Amerikai *Tyler*-féle szitasorozat

c) Amerikanischer Siebsatz nach Tyler.
(Journ. Americ. Ceram. Soc. 11, 346, 1928.)

Maschen je Zoll	Lichte Maschenweite		Drahtdurchmesser	
	Zoll	mm	Zoll	mm
—	1,05 ∼ 1	26,67	0,148	3,785
—	0,74 ∼ 3/4	18,85	0,135	3,430
—	0,52 ∼ 1/2	13,33	0,105	2,669
—	0,37 ∼ 3/8	9,423	0,092	2,338
3	0,26 ∼ 1/4	6,680	0,070	1,778
4	0,19 ∼ 3/16	4,699	0,065	1,651
6	0,13 ∼ 1/8	3,327	0,036	0,914
8	0,093 ∼ 3/32	2,362	0,035	0,889
10	0,065 ∼ 1/16	1,651	0,032	0,813

Maschen je Zoll	Lichte Maschenweite		Drahtdurchmesser	
	Zoll	mm	Zoll	mm
14	0,046 ∼ 3/64	1,168	0,025	0,635
20	0,033 ∼ 1/32	0,833	0,0172	0,437
28	0,023 —	0,589	0,0125	0,318
35	0,0165 —	0,417	0,0122	0,310
48	0,0116 —	0,295	0,0092	0,234
65	0,0082 —	0,208	0,0072	0,183
100	0,0058 —	0,147	0,0042	0,107
150	0,0041 —	0,104	0,0026	0,066
200	0,0029 —	0,074	0,0021	0,053

- **Maschen je Zoll = Az 1 coll (1 inch, USA = 25,4 mm) hosszúságra eső lyukak (lyukbőség + acélhuzal átmérő) száma.**
  Például: 25,4/(1,651 + 0,813) = 10
- **Lichte Maschenweite = Lyukbőség, szabad nyílás**
- **Drahtdurchmesser = Acélhuzal átmérő**

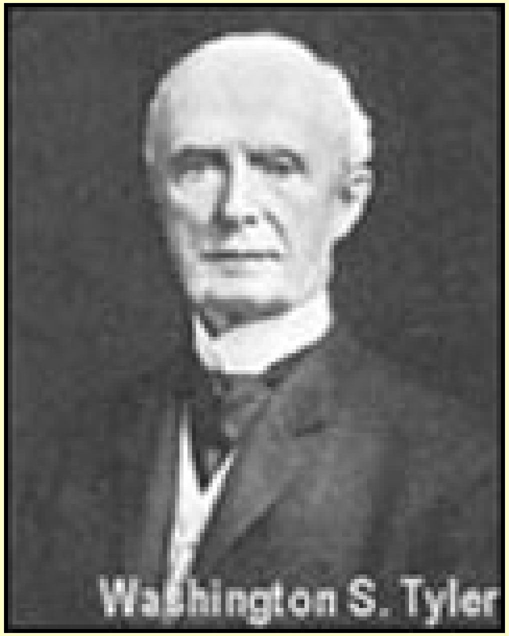
Forrás: http://www.fischer-tropsch.org/Tom%20Reels/Linked/TOM%20241/TOM-241-0913-0920%20Vol%206%20Part%201%20d.pdf

Tyler-féle szita





Tyler-féle szita

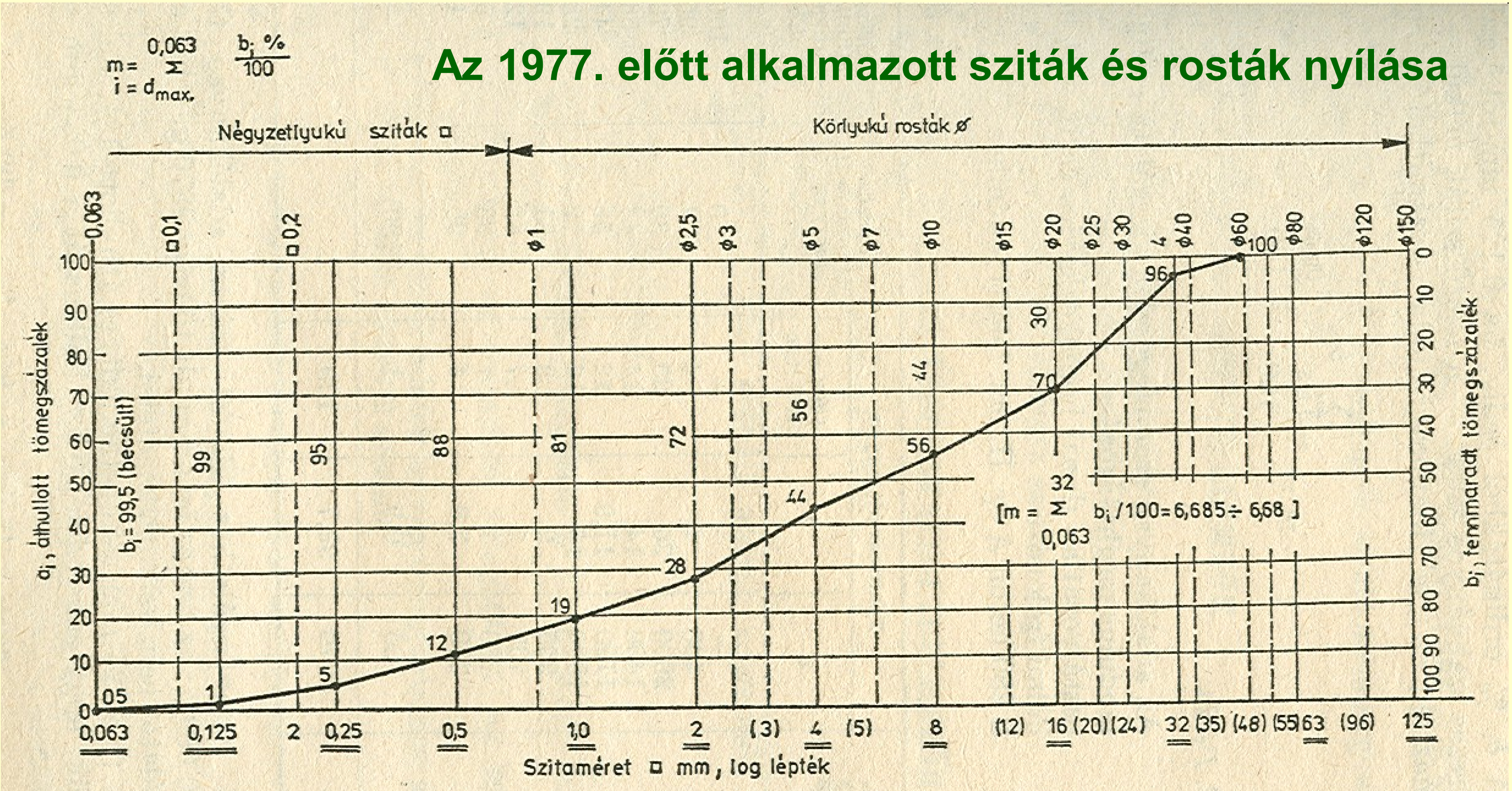


Washington S. Tyler **(1835, Ohio City – 1917, Cleveland)**

1872-ben kezdett szitaszövetet gyártani az általa Clevelandban (Amerikai Egyesült Államok, Ohio állam) „Cleveland Wire Works" néven alapított üzemben.

A nevét viselő *Tyler*-féle szabványos lyukbőségű szitaszövet sorozatot 1910-ben tudományos igénnyel fejlesztette ki, és azt az Amerikai Egyesült Államok és számos más ország nem sokára szabványosította. Ezt követően a szitasorozathoz elkészítette a kézi szitálást utánozó, vízszintes forgómozgással és egyidejűleg függőleges kopogtatással osztályozó *Tyler*-féle laboratóriumi szitagépet.

MSZ 4713-3:1977
A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag



1. ábra

Minden szita négyzetes lyukú

Az abszcissza-tengely kezdőértéke a finomsági modulus számításához

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Abrams, 1918	0,147
Hummel, 1930	0,1
Spindel, 1931	0,001
Stern, 1932	0,001
MNOSZ 934:1949	0,147
Palotás, 1952	0,15
MSZ 4713:1955	0,147

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Palotás, 1961	0,15
MSZ 4713-3:1977	0,063
MSZ 18288-1:1983	0,063 vagy 0,125
MSZ EN 12620:2008*	0,125
MSZ EN 13139:2006*	0,125
MSZ 4798:2016	0,063

*Csak a 4 mm alatti frakciókra értelmezik

Az abszcissza-tengely kezdőértéke a finomsági modulus számításához és a szemmegoszlás-jellemzők Németországban

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Német D-Summe (D-összeg) [Áthullott anyag összege tömeg%-ban	0,25 (A számításba veendő legnagyobb szemnagyság: 63 mm)
Német Körnungsziffer (k-érték) [Fennmaradt anyag összege tömeg%-ban / 100]	0,25
$100 \cdot k + D = 900$	
Német Feinheitsziffer (F-érték)	Görbe feletti terület a 0,25 – 63 mm közötti szitákkal számítva

Példa a német D-érték és k-érték számítására a „B32” határgörbe esetén

Szemnagyság, mm	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	63	Σ	D-érték	k-érték
Összes áthullott anyag, tömeg%	8	18	28	37	47	62	80	100	100	480	480	-
Összes fennmaradt anyag, tömeg%	92	82	72	63	53	38	20	0	0	420	-	420/100 = 4,20

Σ 900

Azért 900, mert kilenc szitát használnak: 9×100 = 900

Összes fennmaradt anyag (görbe feletti terület) =
= 900 – összes áthullott anyag (görbe alatti terület) =
= 900 – D = 100×k és ebből: 100×k + D = 900

Német k-értékek és D-értékek táblázata
Forrás: Schwenk: Betontechnische Daten, Ulm, 2006.

Sieblinie	k-Wert	D-Summe	Finomsági modulus
A 32	5,48	352	7,55
B 32	4,20	480	6,35
C 32	3,30	570	5,40
U 32	5,65	335	
A 16	4,60	440	6,60
B 16	3,66	534	5,60
C 16	2,75	625	4,80
U 16	4,87	413	
A 8	3,63	537	
B 8	2,90	610	
C 8	2,27	673	
U 8	3,88	512	

k-Wert + 2 ≈ Finomsági modulus

Kausay

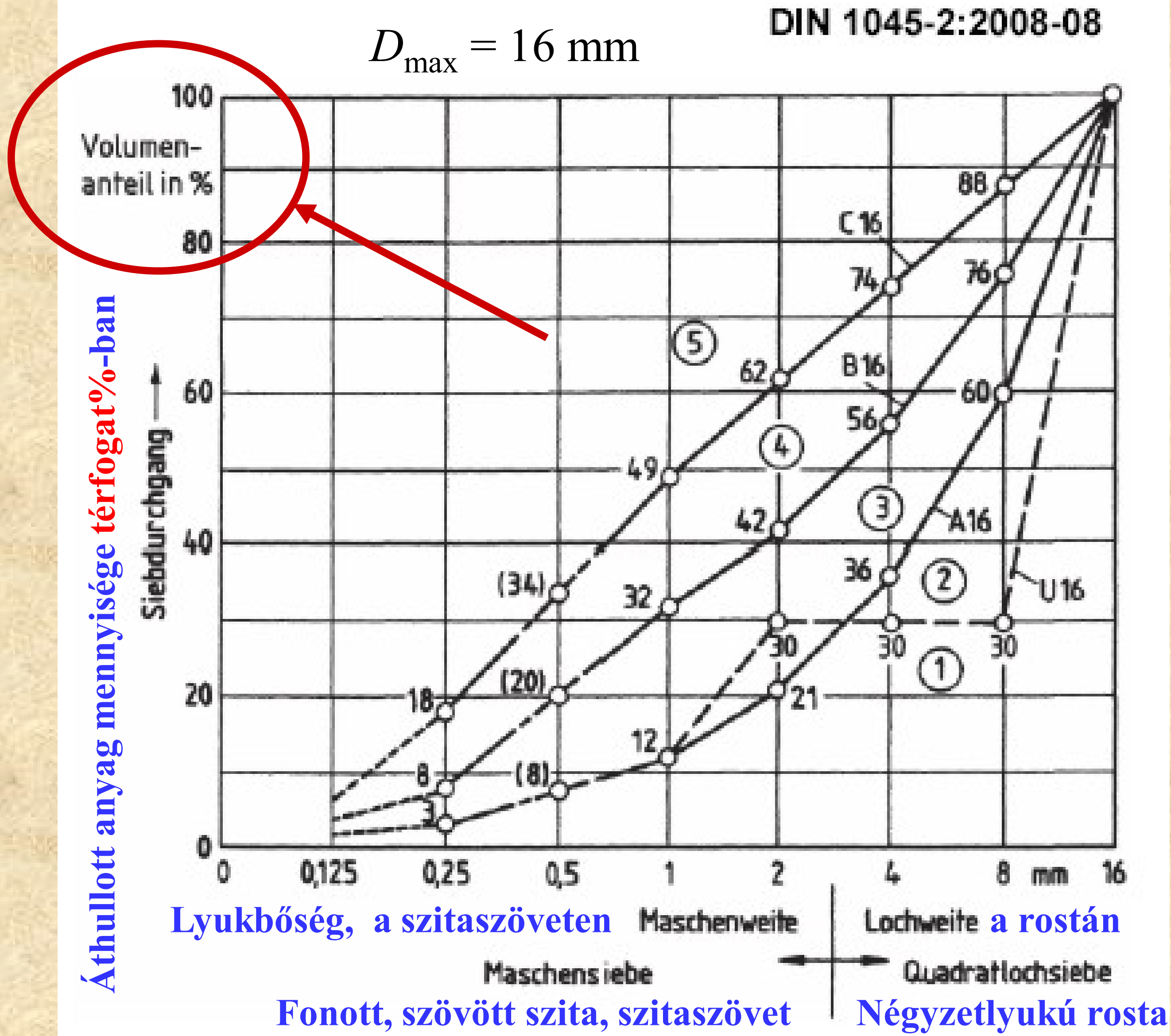
mert két szita (0,063 és 0,125 mm) különbség van

A szemmegoszlási görbe ordinátájának beosztása tömegszázalék vagy térfogatszázalék

A térfogatszázalékos ordinátabeosztást akkor kell alkalmazni, ha az adalékanyagot több, különböző testsűrűségű szemekből álló frakcióból állítjuk elő.

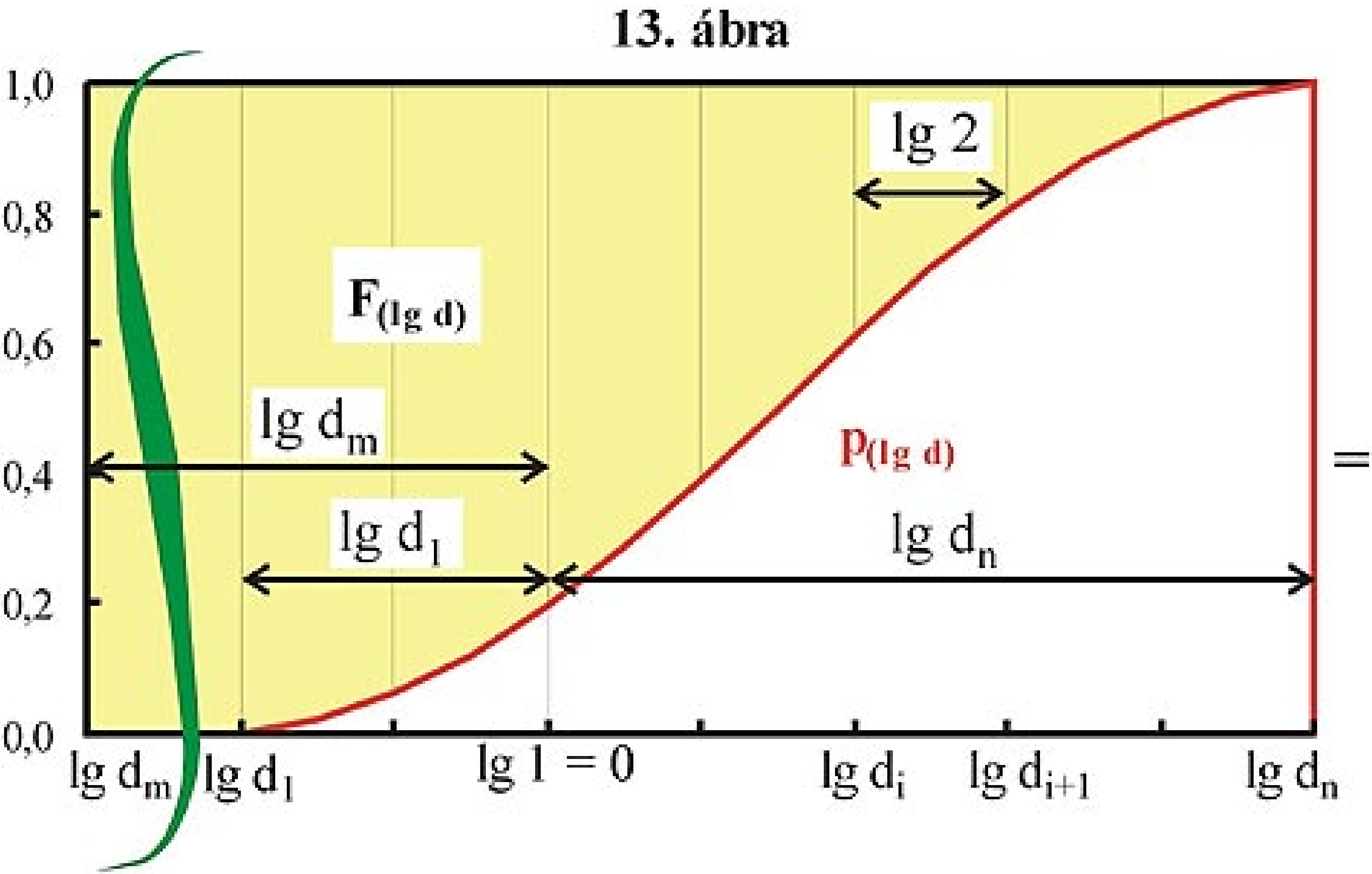
Például:

- **zúzottkőbeton esetén, ha a 4 mm alatti szemek bizonyos hányada nem zúzottkő, hanem homok;**
- **nehéz beton vagy könnyű beton esetén, amely nem csak nehéz, illetve nem csak könnyű adalékanyagot, hanem közönséges adalékanyagot is tartalmaz;**
- **újrahasznosított adalékanyagként felhasznált, kellőképpen előkészített építési és bontási hulladék (beton vagy/és tégla hulladék) esetén.**



(A szitanyílás mindkét esetben négyzetes)

Bild L.2 — Sieblinien mit einem Größtkorn von 16 mm

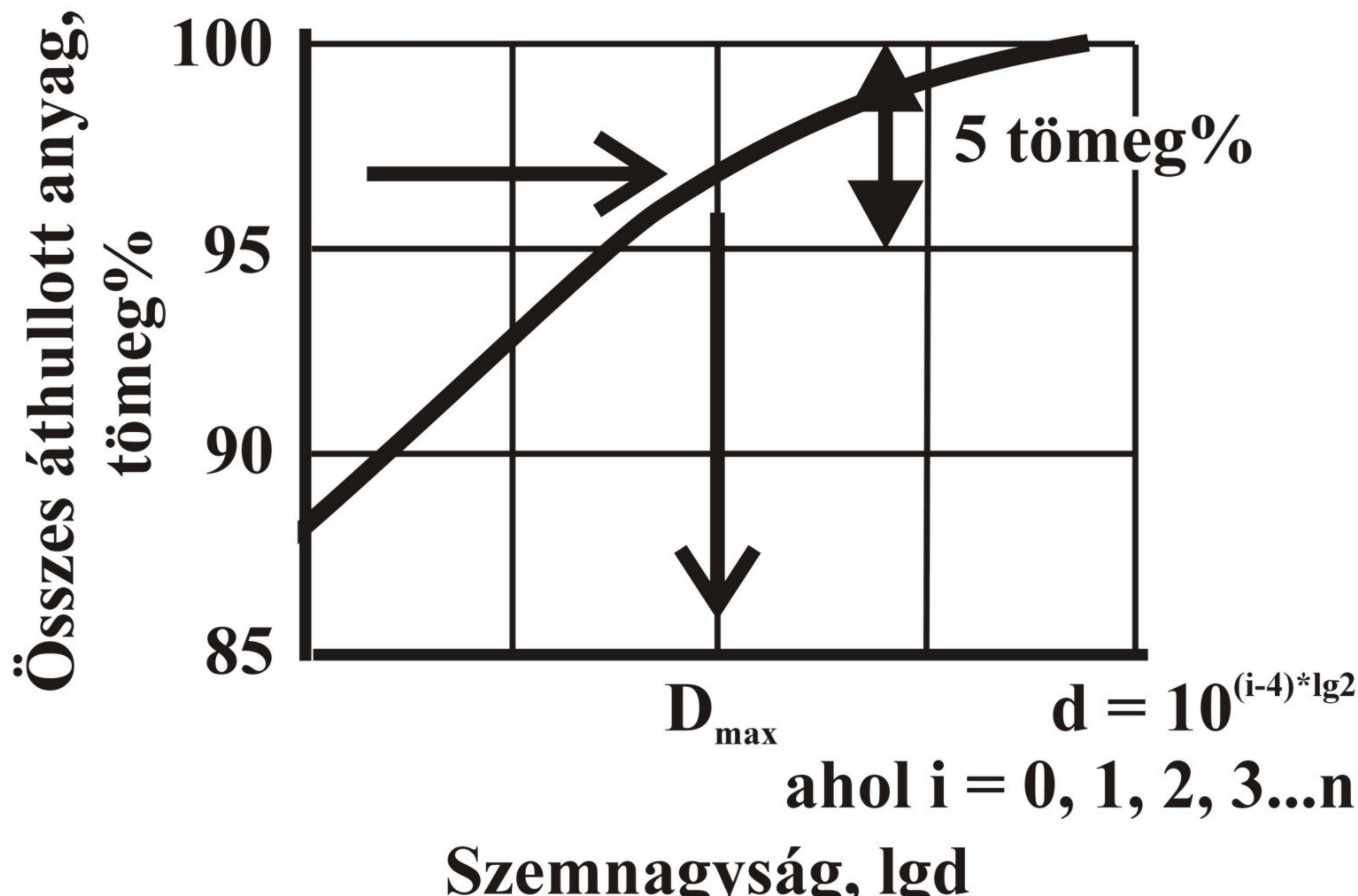


13. ábra
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
lg 2
F(lg d)
lg dm
p(lg d)
lg d1
lg dn
lg dm
lg d1
lg 1 = 0
lg di
lg di+1
lg dn
=

↑d_m = 0,063 mm

$\lg 0{,}063 = -1{,}201 \approx -4 \times 0{,}301$	$10^{-1{,}201} = 0{,}063$
$\lg 0{,}125 = -0{,}903 = -3 \times 0{,}301$	$10^{-0{,}903} = 0{,}125$
$\lg 0{,}25 = -0{,}602 = -2 \times 0{,}301$	$10^{-0{,}602} = 0{,}25$
$\lg 0{,}5 = -0{,}301 = -1 \times 0{,}301$	$10^{-0{,}301} = 0{,}5$
$\lg 1 = 0 = 0 \times 0{,}301$	$10^{0} = 1$
$\lg 2 = 0{,}301 = 1 \times 0{,}301$	$10^{0{,}301} = 2$
$\lg 4 = 0{,}602 = 2 \times 0{,}301$	$10^{0{,}602} = 4$
$\lg 8 = 0{,}903 = 3 \times 0{,}301$	$10^{0{,}903} = 8$
$\lg 16 = 1{,}204 = 4 \times 0{,}301$	$10^{1{,}204} = 16$
$\lg 32 = 1{,}505 = 5 \times 0{,}301$	$10^{1{,}505} = 32$

$$2 \times 16 = 32 \quad \rightarrow \quad \lg 2 + \lg 16 = \lg 32$$

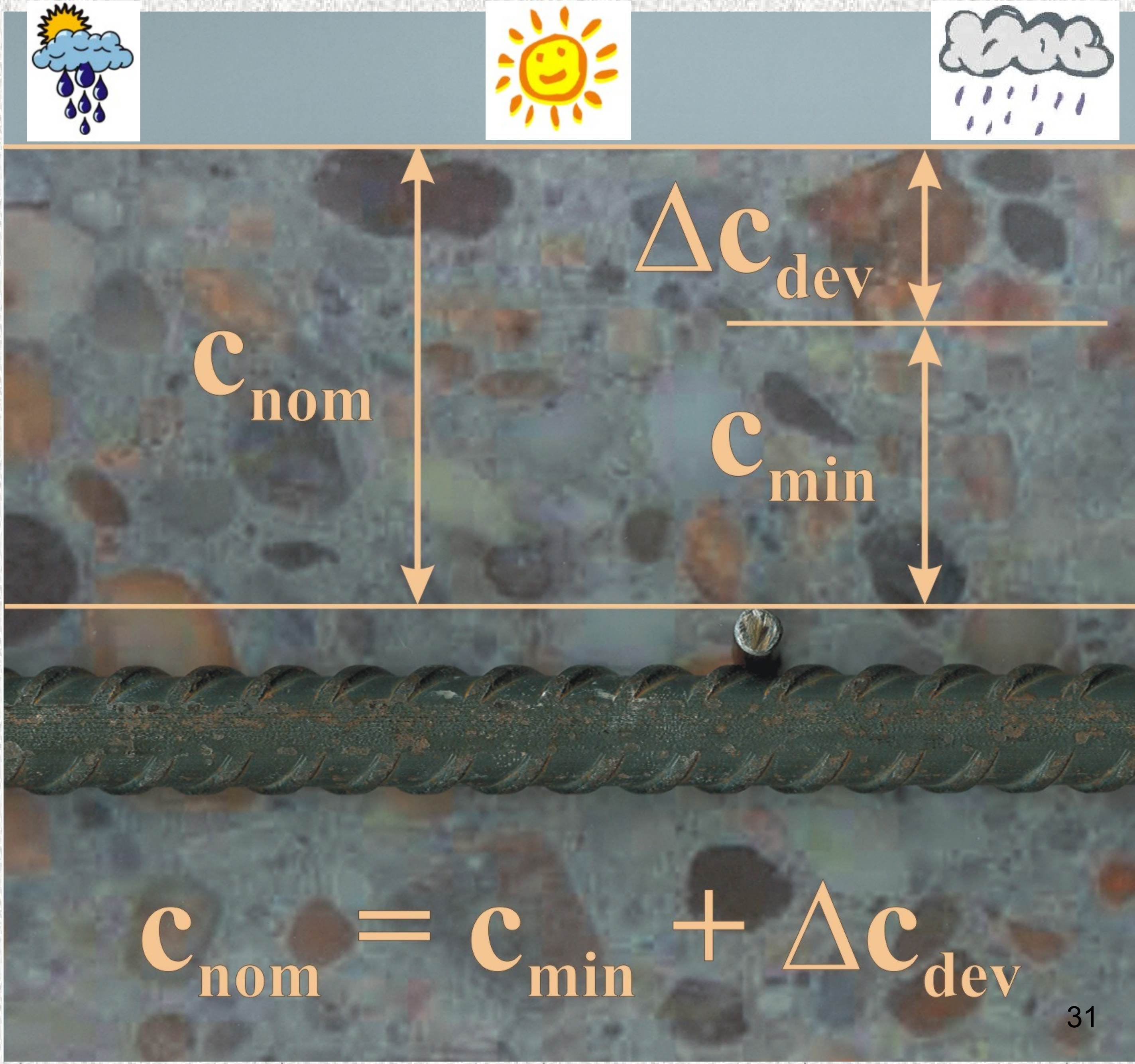


Összes áthullott anyag, tömeg%
100
95
90
85
5 tömeg%
D_{max}
$d = 10^{(i-4)*lg2}$
ahol i = 0, 1, 2, 3...n
Szemnagyság, lgd

NAD → A D_{max} értéke nem lehet nagyobb, mint a következő három adat közül a legkisebb:

- **a szerkezetrész legkisebb méretének *egyharmada*;**
- **a névleges betonfedés, c_{nom} *kétharmada*;**
- **az acélbetétek egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) *kétharmada*.**

c_{nom} = általában legalább 35-45 mm



A következő táblázatban

a betonfedés környezeti hatások miatt szükséges, előírt legkisebb értékei ($c_{min,dur}$) szerepelnek.

Az 50 év tervezési élettartamú, S4 szerkezeti osztályú szokványos szerkezet esetére előírt $c_{min,dur}$ értékeket piros színnel emeltük ki.

A kék színnel írt környezeti osztályok az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ EN 13369:2018 (Előregyártott betontermékek általános szabályai) szabványban szerepelnek, a zöld színnel írottak csak az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 betonszabványban találhatók meg.

Betonfedés hegeszthető betonacél (MSZ EN 10080) esetén

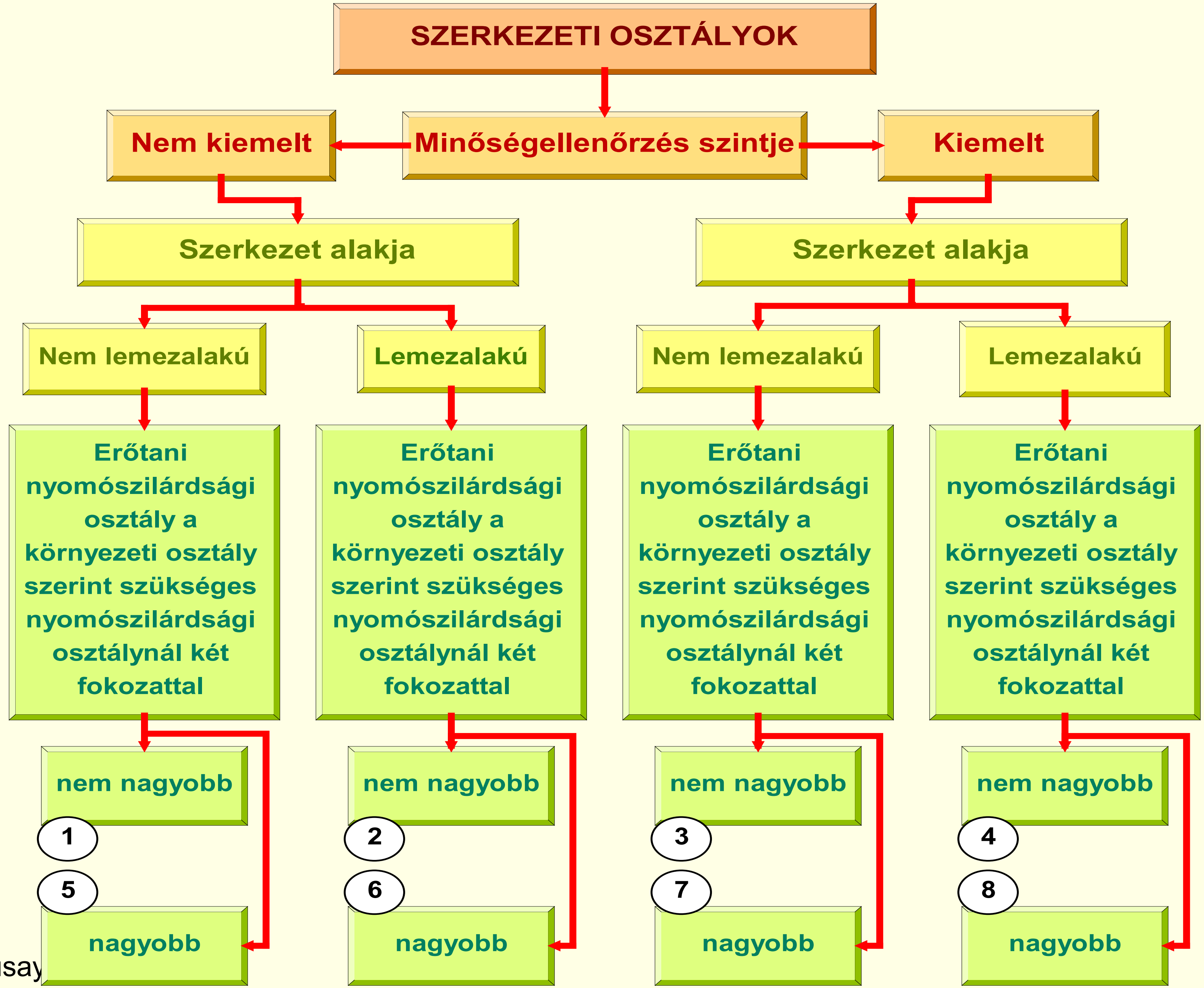
Szer-ke-zeti osz-tály	Környezeti osztály							
	X0 X0v(H)	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2 XS2 XF2(H) XF3(H) XF4 XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3 XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XV2(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm							
S1	10	10	10	15	20	25	30	35
S2	10	10	15	20	25	30	35	40
S3	10	10	20	25	30	35	40	45
S4	10	15	25	30	35	40	45	50
S5	15	20	30	35	40	45	50	55
S6	20	25	35	40	45	50	55	60

Megjegyzés: XV1(H) környezeti osztályú betonból vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jele ebben a táblázatban nem szerepel.

Betonfedés feszítőacél (prEN 10138-1) esetén MSZ 4798 szerint

Szer-ke-zeti osz-tály	Környezeti osztály							
	X0 X0v(H)	XC1	XC2 XC3 XV0(H)	XC4 XF1 XV3(H)	XD1 XS1 XF2 XF3 XA1 XK1(H)	XD2 XS2 XF2(H) XF3(H) XF4 XA2 XA4(H) XK2(H)	XD3 XS3 XF4(H) XA3 XA5(H) XK3(H)	XA6(H) XK4(H)
	Előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm							
S1	10	15	20	25	30	35	40	45
S2	10	15	25	30	35	40	45	50
S3	10	20	30	35	40	45	50	55
S4	10	25	35	40	45	50	55	60
S5	15	30	40	45	50	55	60	65
S6	20	35	45	50	55	60	65	70

Megjegyzés: XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betonból feszített vasbeton szerkezetet készíteni nem szabad (MSZ 4798:216 szabvány N melléklete), ezért jelük ebben a táblázatban nem szerepel.


SZERKEZETI OSZTÁLYOK
Minőségellenőrzés szintje
Nem kiemelt
Kiemelt
Szerkezet alakja
Szerkezet alakja
Nem lemezalakú
Lemezalakú
Nem lemezalakú
Lemezalakú
Erőtani nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál két fokozattal
Erőtani nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál két fokozattal
Erőtani nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál két fokozattal
Erőtani nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál két fokozattal
nem nagyobb
1
5
nagyobb
nem nagyobb
2
6
nagyobb
nem nagyobb
3
7
nagyobb
nem nagyobb
4
8
nagyobb

Szerkezeti osztály (S…) a tervezési élettartam, a környezeti osztály és a beton nyomószilárdsági osztálya függvényében az ① jelű módosítási feltételcsoport („alapeset") esetén, az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 4.4.1.2. szakasza (5) bekezdésének megjegyzése, 4.3N táblázata, E1.N táblázata és NA3.1.2. szakasza alapján

① jelű feltétel-csoport	- a beton és szerkezetgyártás minőségellenőrzése *nem kiemelt szintű* és - a beton *nem lemezalakú* szerkezeti elem részére készül és - az erőtani számítás szerint szükséges („erőtani") nyomószilárdsági osztály *nem nagyobb* legalább két fokozattal a környezeti osztály szerint szükséges nyomószilárdsági osztálynál, legfeljebb eggyel (ez, a környezeti osztály szerint szükségesnél egy fokozattal nagyobb nyomószilárdsági osztály szerepel ebben a táblázatban) és - az adalékanyag legnagyobb szemnagysága *legfeljebb 32 mm*.

Ha a tervezési élettartam:		akkor a szerkezeti osztály:	
	< 50 év		S3
	50 év		S4
	100 év		S6

miközben az alábbi környezeti osztályú beton „erőtani" nyomószilárdsági osztálya *legfeljebb* a következő:

Környezeti osztály	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45
Környezeti osztály	XD1, XS1	XD2, XD3, XS2, XS3	XF1	XF2	XF2(H)
Az „erőtani" nyomószilárdsági osztály, legfeljebb	C35/45	C40/50	C35/45	C30/37	C40/50

Ha az **50 év** tervezési élettartamú beton nyomószilárdsági osztálya az erőtani követelmények folytán két osztállyal nagyobb, mint a környezeti osztályban megkövetelt érték, vagy ha a minőségellenőrzés kiemelt szintű, akkor a legkisebb betonfedést ($c_{min,dur}$) 5 mm-rel szabad csökkenteni, kivéve az X0v(H) és az XC1 környezeti osztályt. Az ilyen beton az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint **S3** szerkezeti osztályú.

Ha a beton tervezett tervezési élettartama **100 év** és a minőségellenőrzés nem kiemelt szintű, akkor a legkisebb betonfedést ($c_{min,dur}$) az S4 szerkezeti osztályhoz képest 10 mm-rel meg kell növelni. Az ilyen beton az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint **S6** szerkezeti osztályú.

Ha a beton tervezett tervezési élettartama **100 év** és a minőségellenőrzés kiemelt szintű, akkor a legkisebb betonfedést ($c_{min,dur}$) az S4 szerkezeti osztályhoz képest 5 mm-rel meg kell növelni. Az ilyen beton az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint **S5** szerkezeti osztályú.

MSZ EN 1990:2005 **2.1. táblázat: Tervezési élettartamok** EUROCODE

MSZ EN 1990:2011

[illegible]	[illegible] tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

100 év tervezési élettartamú „Monumentális épületek” fogalma

Az MSZ EN 1990:2011 tartószerkezet tervezési szabvány 2.1. táblázatában a 100 év tervezési élettartamú (5. tervezési élettartam osztályú) építmények egyik példájaként szereplő kifejezés, amelyben a monumentális jelző korántsem az épületszerkezetek vagy épületek óriási, hatalmas méreteire (*Bakos* 1973), hanem értelmezésünk szerint – a hidakhoz és más építőmérnöki szerkezetekhez hasonlóan – az épületek, illetve építmények jelentőségére, értékére, tartósságára utal.

***Bakos Ferenc – Fábián Pál*: Idegen szavak és kifejezések szótára. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1973.:**

„Monumentális”: Arányaival, méreteivel lenyűgöző,; nagyszabású, óriás, hatalmas, nagyszerű, fenséges; súlyos mondanivalójú

Esetünkben nem erről van szó!

Ha az adalékanyag szemnagysága nagyobb, mint 32 mm, akkor a legkisebb betonfedést 5 mm-rel meg kell növelni.

A táblázat értékei akkor érvényesek, ha a betonacél, illetve a feszítőbetét külön védelemmel el nem látott, ötvözetlen szénacél.

A kötelező ráhagyást akkor lehet legfeljebb 5 mm-re lecsökkenteni, ha a minőségellenőrzési eljárással annak indokoltsága és betartása dokumentált formában igazolt, és legfeljebb nullára csökkenteni (például az előre gyártás során), ha az ellenőrzéshez használt hosszmérőeszköz nagy pontosságú, és a nem-megfelelő terméket nem hozzák forgalomba.

Vasbeton készítéséhez olyan betont, amelybe 35 mm-nél mélyebb a vízbehatolás (XV1(H) környezeti osztályú betont), és feszített vasbeton készítéséhez olyan betont, amelybe 20 mm-nél mélyebb a vízbehatolás (XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betont) alkalmazni nem szabad.

Zárt szövetszerkezetű vasalt könnyűbeton esetén az előírt legkisebb betonfedés ($c_{min,dur}$) az XC1 környezeti osztály kivételével 5 mm-rel legyen nagyobb, mint a könnyű adalékanyag legnagyobb szemnagysága.

A betonfedés szabványos előírt legkisebb értékeit – az acélbetét korrózióját, elvékonyodását, akár elszakadását, a betonon a felületi repedéseket, lepattogzásokat, leválásokat legrosszabb esetben a szerkezet tönkremenetelét megelőzendő – a nagy javítási költségek megtakarítása érdekében is mindenképpen ajánlatos betartani, és távtartókkal biztosítani.

Az előírt legkisebb betonfedés ($c_{min,dur}$) az MSZ EN 1992-1-1 4.4.1.2. szakaszának (7) bekezdése szerint $\Delta c_{dur,st}$ értékkel csökkenthető, ha a vasalás rozsdamentes (korrózióálló) betonacélból készül. Az előírt legkisebb betonfedés ($c_{min,dur}$) általában ebben az esetben sem lehet kisebb, mint az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának másfélszerese.

A rozsdamentes betonacélok esetén a csökkentő érték: $\Delta c_{dur,st} = 5$ mm.

Ha a rozsdamentes betonacél használatának akadálya van, akkor a betonfedés vastagságát meg kell tartani, de alkalmazhatunk kéreghálót (erősítő hálót vagy kéregvasalást) hasonlóan ahhoz, ahogy az MSZ EN 1992-1-1:2010 9.2.4. szakaszában és J. mellékletének (3) bekezdésében javasolják a húzott övre, illetve ahogy a tűzhatás utáni betonleválás ellen az MSZ EN 1992-1-2:2013 4.5.2. szakaszának (2) bekezdésében előírják, arra az esetre, ha az acélbetétek tengelytávolsága a felülettől 70 mm vagy nagyobb.

Környezeti feltételek előregyártott betontermékek esetén (MSZ EN 13369:2018)

Környezeti feltételek	Agresszivitás	Környezeti osztály az 1. és a 2. valamint a NAD 4.1. táblázat szerint
A	nincs	X0, X0v(H)[a)]
B	alacsony	XC1
C	mérsékelt	XC2, XC3, XV0(H)
D	normál	XC4, XF1[a)], XV3(H)[a)]
E	magas	XD1, XS1, XF2[a)], XF3[a)], XA1[a)], XK1(H)[a)]
F	nagyon magas	XD2, XS2, XF2(H)[a)], XF3(H)[a)], XF4[a)], XA2[a)], XA4(H)[a)], XK2(H)[a)]
G	extrém	XD3, XS3, XF4(H)[a)] XA3[a)] XA5(H)[a)] XV2(H)[a)] XK3(H)[a)]
H		XA6(H)[a)], XK4(H)[a)]

[a)] Az MSZ EN 13369 szabvány A.1. táblázatának kiegészítése.

1. MEGJEGYZÉS: XA6(H) XK4(H) környezeti osztályok esetében a G jelű környezet feltételekre előírt minimális betonfedést 5 mm-rel növelni szükséges.

2. MEGJEGYZÉS: Az egyes környezeti feltételekhez előírt minimális betonfedések az MSZ EN 13369 szabvány A.2. táblázatában találhatók.

Magyarázat a következő diakockákhoz:

Ha az erőtani számítás szerinti nyomószilárdsági osztály a környezeti osztály szerint előírtnál (C_{min})

- **legalább két fokozattal nagyobb (C_0), akkor a ≥ C_0 oszlopbeli,**
- **egyébként a < C_0 oszlopbeli legkisebb tartóssági betonfedéseket ($c_{min,dur}$) kell alkalmazni.**

14. táblázat: Előregyártott vasbeton termékek előírt legkisebb betonfedése ($c_{min,dur}$) mm-ben, a korrózióvédelem érdekében, az MSZ EN 13369:2013 szabvány A.2 táblázata szerint

Környezeti feltételek	Környezeti osztály	Betonacélok lemezben		Betonacélok egyéb szerkezetben		Előfeszített betétek lemez szerkezetben		Előfeszített betétek egyéb szerkezetben	
		$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$
A nincs	X0 * C_{min} = C20/25 C_0 = C30/37	10	10	10	10	10	10	10	10
B alacsony	XC1 C_{min} = C20/25 C_0 = C30/37	10	10	10	10	15	15	15	20
C mérsékelt	XC2, XC3 * C_{min} = C25/30 C_0 = C35/45	10	15	15	20	20	25	25	30
D normál	XC4 C_{min} = C30/37 C_0 = C40/50	15	20	20	25	25	30	30	35
E magas	XD1, XS1 C_{min} = C30/37 C_0 = C40/50	20	25	25	30	30	35	35	40
F nagyon magas	XD2, XS2 C_{min} = C30/37 C_0 = C40/50	25	30	30	35	35	40	40	45
G rendkívül magas	XD3, XS3 C_{min} = C35/45 C_0 = C45/55	30	35	35	40	40	45	45	50

Megjegyzés: A C_{min} a legkisebb előírt beton nyomószilárdsági osztály, a C_0 az előírtnál (C_{min}) kettővel nagyobb nyomószilárdsági osztály. Ha a betont fagyhatás (XF környezeti osztály) vagy kémiai hatás (XA környezeti osztály) éri, akkor a beton összetételét különös gonddal kell megtervezni. Ha a beton szabad felületei megfelelő védelmet kapnak, akkor a környezeti osztályt csökkenteni szabad.

* Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a megkövetelt nyomószilárdsági osztály (C_{min}) az X0v(H) környezeti osztályban C16/20 és az XC3 környezeti osztályban C30/37.

MSZ EN 13369:2018	MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018	Betonacélok lemezben		Betonacélok egyéb szerkezetben		Előfeszített betétek lemez szerkezetben		Előfeszített betétek egyéb szerkezetben	
		$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$	$\geq C_0$	$< C_0$
		Szerkezeti osztály 50 év tervezési élettartam esetén (S…)							
		S1	S2	S2	S3	S1	S2	S2	S3
		MSZ 4798 NAD N1. táblázat				MSZ 4798 NAD N2. táblázat			
Környezeti feltételek az előregyártásban és környezeti osztály		Nyomószilárdsági osztály (C_{min} és C_0) és előírt legkisebb tartóssági betonfedés ($c_{min,dur}$), mm							
(A) X0	X0, X0v(H)	C_{min} = C20/25 C_0 = C30/37							
		10	10	10	10	10		10	
(B) XC1	XC1	C_{min} = C20/25 C_0 = C30/37							
		10	10	10	10	15		15	
(C) XC2, XC3	XC2, XV0(H)	C_{min} = C25/30 C_0 = C35/45							
		10	15	15	20	20	25	25	30
(C)	XC3	C_{min} = C30/37 C_0 = C40/50							
		10	15	15	20	20	25	25	30
(D) XC4	XC4, XF1, XV3(H)	C_{min}=C30/37 C_0= C40/50							
		15	20	20	25	25	30	30	35

Jel	Környezeti hatás	
XC1	**Karbonátosodási korrózió hatása**	**Száraz vagy tartósan nedves környezet**
XC2 – XC3		**Nedves, ritkán száraz – Mérsékelten nedves**
XC4		**Váltakozva nedves és száraz**
XS1 – XS3	**Tengervízből származó kloridok korróziós hatása**	
XD1 – XD3	**Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása**	
XF1	**Fagy- és olvasztósó hatása**	**Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszer nélkül**
XF2		**Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel**
XF3		**Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszerrel**
XF4		**Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel**
XF2(H) – XF4(H)		**Jégolvasztó sózással és anélkül, légbuborékképzőszer nélkül**
XA1 – XA3 **XA4(H) - XA6(H)**	**Kémiai korrózió talaj és talajvíz hatására** **Kémiai korrózió, savas eső, kommunális és ipari szennyvizek hatására**	
XK1(H) –XK4(H)	**Kopásállóság igénye**	
XV1(H) – XV3(H)	**Vízzáróság igénye** **Ha csak nedvesség van, víznyomás nincs: XV0(H)**	

Ha a karbonátosodás eléri a betonacélt, akkor annak megszűnik a lúgos környezete, és nedvesség + levegő jelenlétében el kezd korrodálni.

További megjegyzés:
A karbonátosodott zónában a klorid-ion (pld. jégolvasztó-só) a cementkőben nem kötődik meg, és a klorid nedvszívó hatása folytán növekszik a víztartalom.

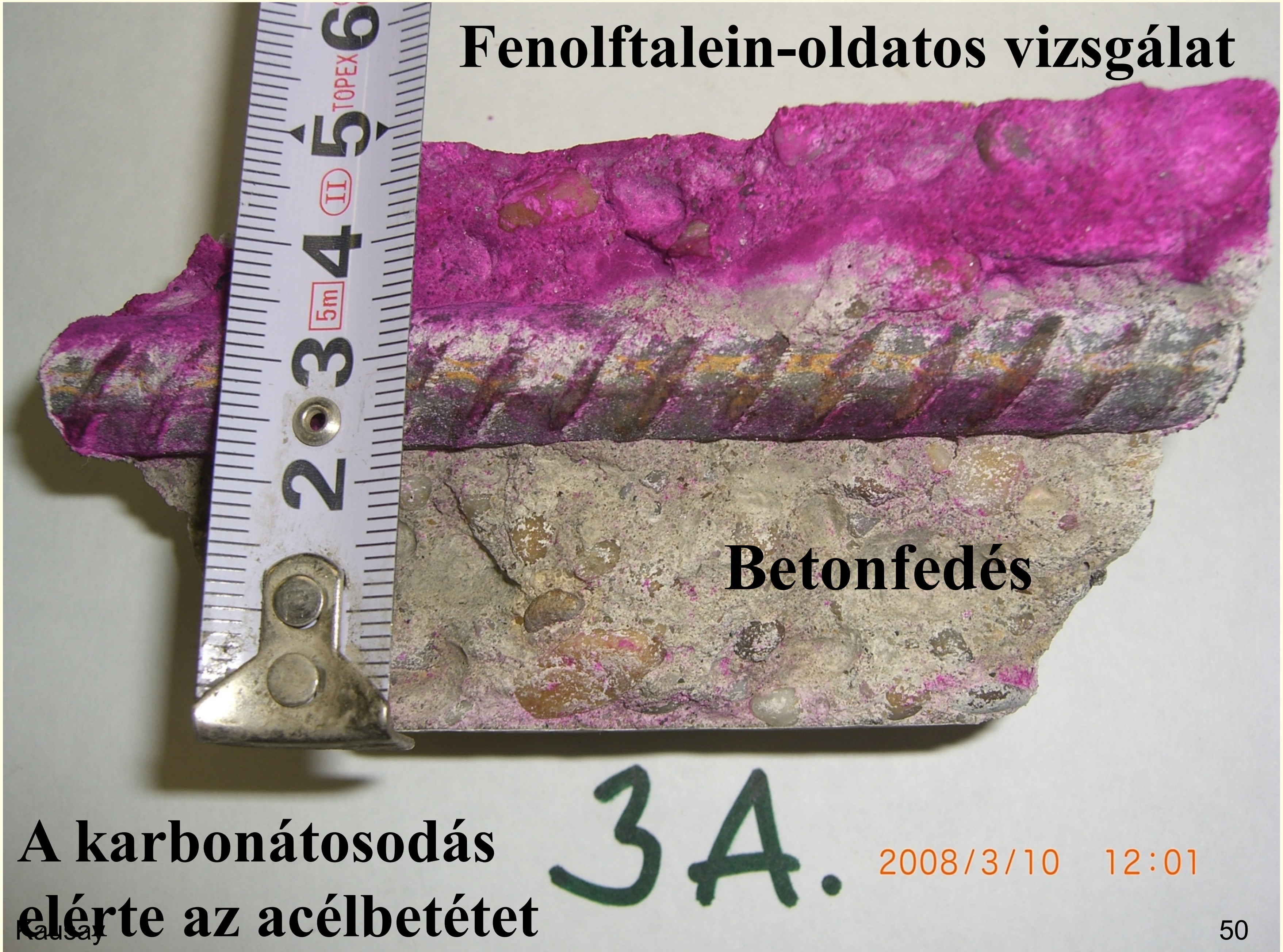
Fogalom-meghatározás:
Minden cementkő tartalmaz szabad kalcium-hidroxidot. A beton felszíne érintkezik a levegővel, és a felszín közelében a cementkő szabad kalcium-hidroxid-tartalma a levegő szén-dioxid-tartalmával először kalcium-hidrokarbonáttá, majd víz felszabadulása közben semleges kémhatású kalcium-karbonáttá alakul:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$



Leválóban lévő betonfedés

Fenolftalein-oldatos vizsgálat



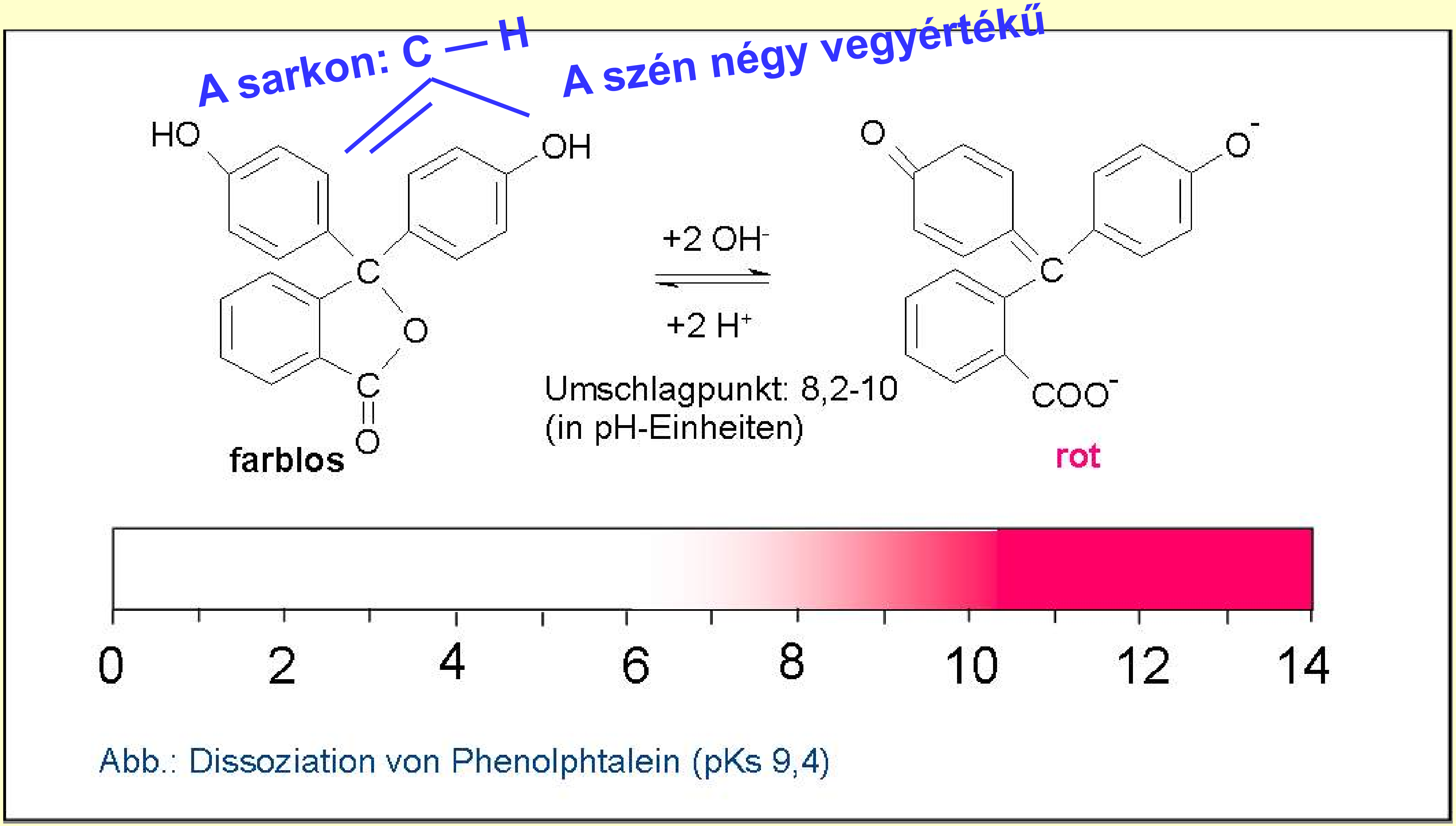
A karbonátosodás elérte az acélbetétet



Sav-bázis indikátorok színátcsapása *(Ebbing: General Chemistry, 1987)*

A beton friss törésfelületét alkoholos fenolftalein oldattal ecseteljük. Az oldat hatására a beton törésfelületének nem-karbonátosodott, azaz lúgos kémhatású, mintegy 9 pH értéknél (nagyobb) bázikusabb része lila (kárminvörös) színűre változik. A beton felszínéhez közeli, színét nem változtató része karbonátosodott, és ebből a karbonátosodás mélysége megállapítható.

Magyarázat: A fenolftalein [$C_{20}H_{12}O_2(OH)_2$] színtelen, szagtalan, ízetlen por. Vízben nem oldódik. Lúgok sóképzés közben oldják. Lúgos oldata kárminvörös, savas és semleges közegben színtelen.

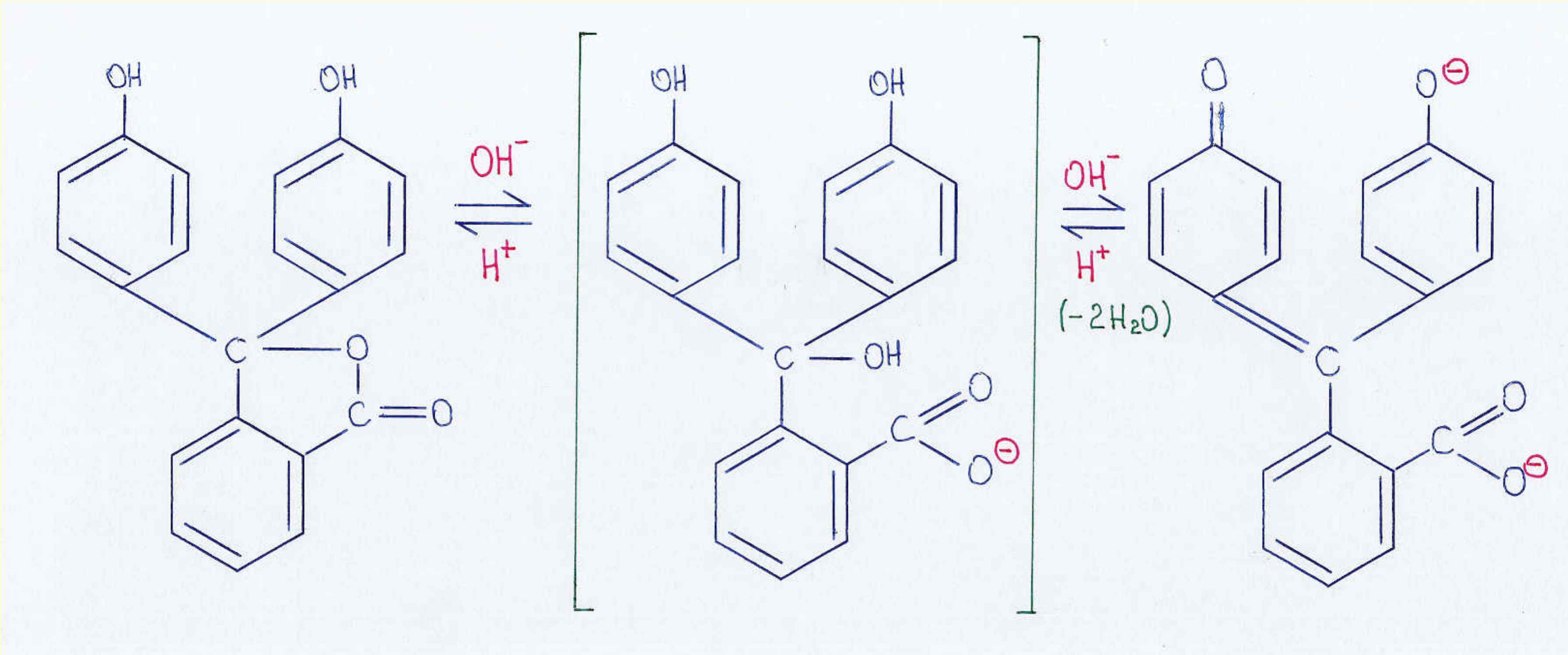


$C_{20}H_{14}O_4$

http://www.chempage.de/lexi/phenolphthalein.htm

A fenolftalein működési mechanizmusa

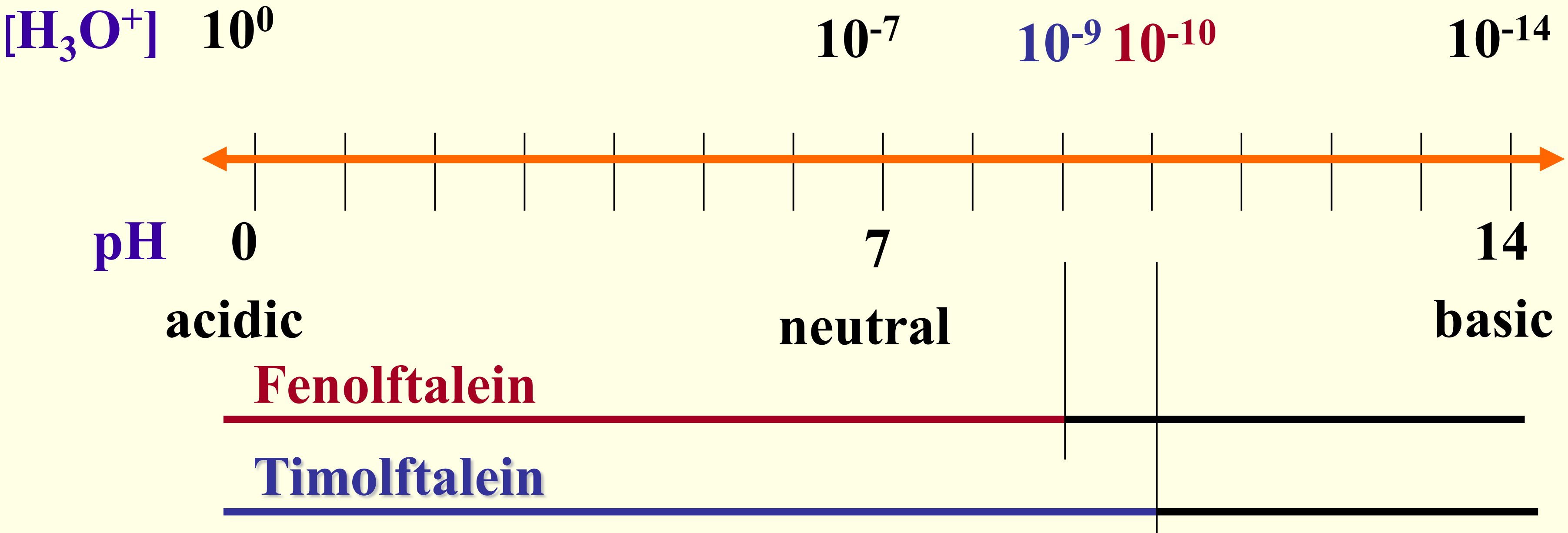
COOH + H + H + H



Színtelen (savas forma)	Átmeneti színtelen pH = 8,2 – 10,0	Kármin vörös (bázikus forma)

A timolftalein jobb a fenolftaleinnél

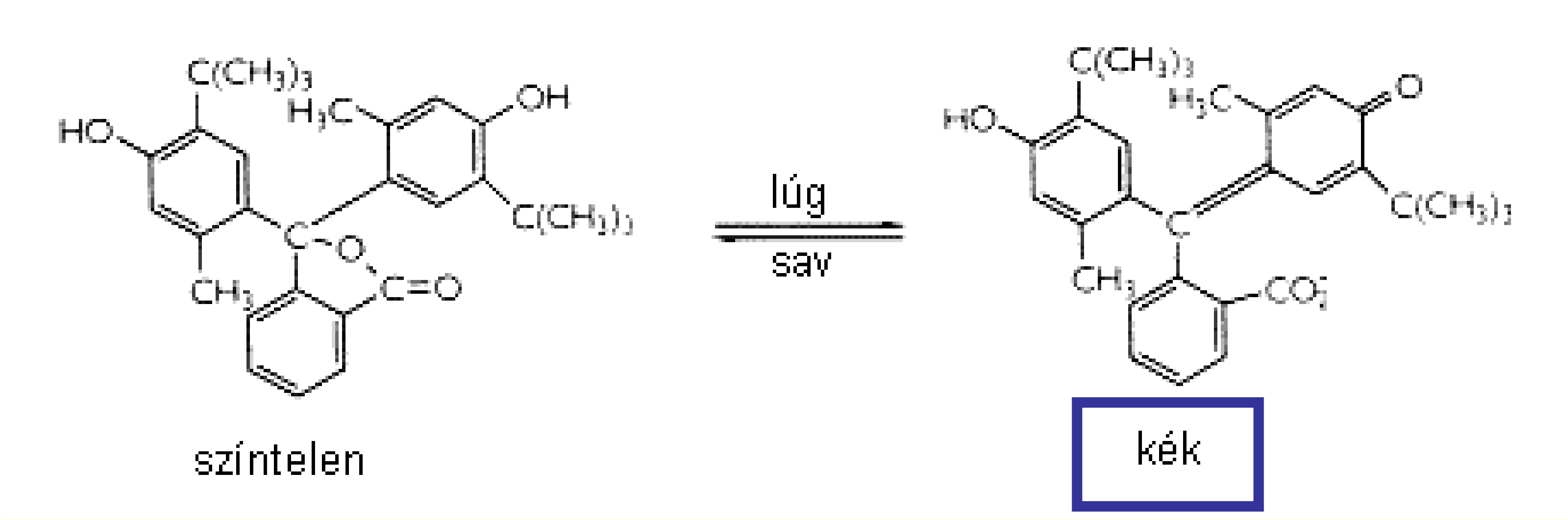
Azért, mert a biztonság javára van, hogy pH = 9 értéknél már semlegességet, azaz karbonátosodást mutat (már pH = 10 értéknél elszíneződik), szemben a fenolftaleinnel, amely csak pH = 9 értéknél színeződik el és 9-10 pH érték között lúgosságot jelez (tehát azt, hogy nincs karbonátosodás).



pH skála, $pH = -\log [H_3O^+]$

A timolftalein működési mechanizmusa

COOH + CH(CH$_3$)$_2$ + H + CH$_3$



Átmenet
pH = 8,3 – 10,5

Homok, kavics, homokos kavics

termékek szemnagysága az

MSZ 4798:2016

betonszabványban (NAD),

az MSZ EN 12620:2002+A1:2008

„Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) betonhoz”

című szabvány

figyelembevételével

Alap-szitasorozat mm	Alap- + 1. kiegészítő szitasorozat, mm	Alap- + 2. kiegészítő szitasorozat, mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
–	5,6 (5)	–
–	–	6,3 (6)
8	8	8
–	–	10
–	11,2 (11)	–
–	–	12,5 (12)
–	–	14
16	16	16
–	–	20
–	22,4 (22)	–
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
–	–	40
–	45	–
63	63	63
Megjegyzés: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerűsített megadására alkalmasak.		

MSZ EN 12620:2002 +A1:2008 szabvány 1. táblázat: Sziták lyukbősége a frakciók szemmeg-oszlásának meghatáro-zására

MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány

4.2. Szemhalmaz

Minden kőanyaghalmazt a d/D jelölés alkalmazásával a legkisebb és a legnagyobb szitamérettel kell megadni. Kivételt képeznek ez alól az olyan anyagok, melyek töltőanyagként (kőlisztként) kerülnek hozzáadásra, melyeket töltőanyagként kell meghatározni, és ezeknek ki kell elégíteniük a 4.3 szakasz megadott szemmegoszlási követelményeket.

A szemhalmazt a szitapárok lyukbőségének méretével az 1. táblázat szerint kell megadni, melyet az alap-szitasorozatból, vagy az alap- + 1. kiegészítő szitasorozatból, vagy az alap- + 2. kiegészítő szitasorozatból kell kiválasztani.

Az 1. és 2. jelű sorozat kombinációja nem meg engedett.

A frakció felső és alsó szitaméretének D/d aránya nem lehet 1,4-nél kisebb.

MSZ EN 12620:2008 Betonadalékanyag 2. táblázat: A szemmegoszlás általános követelményei

Kőanyag-halmaz	Szemnagyság mm	Szitán áthullott tömegszázalék					Osztály G
		$2\,D$	$1{,}4\,D$	D	d	$d/2$	
Durva	$D/d \leq 2$ vagy $D \leq 11{,}2$	100 100	98 – 100 98 – 100	85 – 99 80 – 99	0 – 20 0 – 20	0 – 5 0 – 5	$G_C85/20$ $G_C80/20$
Durva	$D/d > 2$ és $D > 11{,}2$	100	98 – 100	90 – 99	0 – 15	0 – 5	$G_C90/15$
Finom	$D \leq 4$ és $d = 0$	100	95 – 100	85 – 99	–	–	G_F85
Termé-szetes szemmeg-oszlású 0/8	$D = 8$ és $d = 0$	100	98 – 100	90 – 99	–	–	$G_{NG}90$
Keverék	$D \leq 45$ és $d = 0$	100 100	98 – 100 98 – 100	90 – 99 85 – 99	–	–	G_A90 G_A85

MSZ EN 12620:2008 A1 táblázat: Frakciók alap+1 jelű szitasorozathoz

D/d arány	Méret és felező méret	*d* értéke							Határértékek és tűrések a felező szitáknál (áthullott tömegszázalékokban)		
		2 mm	4 mm	5,6 mm	8 mm	11,2 mm	16 mm	22,4 mm	Határ-érték	A gyártó által megadott tipikus szemmegoszlás tűrése	
										G_T15	G_T17,5
2,8	Méret Felező méret	2/5,6 -	4/11,2 -	5,6/16 11,2	8/22,4 16	11,2/ /31,5 22,4	16/45 31,5	22,4/63 45	25–70	± 15	-
4,0	Méret Felező méret	2/8 -	4/16 8	5,6/22,4 11,2	8/ 31,5 16	11,2/ /45 22,4	16/63 31,5		25 70	-	± 17,5
5,6	Méret Felező méret	2/11,2 5,6	4/22,4 11,2	5,6/32 16	8/45 22,4	11,2/ /63 31,5			25–70	-	± 17,5
8,0	Méret Felező méret	2/16 8	4/31,5 16	5,6/45 22,4	8/63 31,5				25–70	-	± 17,5
11,2	Méret Felező méret	2/22,4 11,2	4/45 22,4	5,6/63 31,5					25–70	-	± 17,5

1. MEGJEGYZÉS: A szürke mezők általánosan nem alkalmazott méreteket jelölnek.
2. MEGJEGYZÉS: A felező szita helyén lévő vízszintes vonal jelentése az, hogy nincs alkalmazható felezőszita.

MSZ EN 12620:2008 A2 táblázat: Frakciók alap+2 jelű szitasorozathoz

D/*d* arány	Méret és felező méret	*d* értéke 2 mm	4 mm	6,3 mm	8 mm	10 mm	16 mm	20 mm	Határértékek és tűrések a felező szitáknál (áthullott tömegszázalékokban) Határ-érték	A gyártó által megadott tipikus szemmegoszlás tűrése G_T15	$G_T17,5$
2,5	Méret Felező méret		4/10 -	6,3/16 11,2	8/20 14		16/40 31,5		25 – 70	± 15	-
3,15	Méret Felező méret	2/6,3 -	4/12,5 8	6,3/20 14		10/31,5 22,4		20/63 45	25 – 70	± 15	-
4	Méret Felező méret	2/8 -	4/16 8		8/31,5 16	10/40 20	16/63 31,5		25 – 70	-	± 17,5
5	Méret Felező méret	2/10 5	4/20 10	6,3/31,5 16	8/40 20				25 – 70	-	± 17,5
8	Méret Felező méret	2/16 8	4/31,5 16						25 – 70	-	± 17,5
10	Méret Felező méret	2/20 10	4/40 20						25 – 70	-	± 17,5

1. MEGJEGYZÉS: A szürke mezők általánosan nem alkalmazott méreteket jelölnek.
2. MEGJEGYZÉS: A felező szita helyén lévő vízszintes vonal jelentése az, hogy nincs alkalmazható felezőszita.

MSZ EN 13043:2003 szabvány 24. táblázat és MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány 7. táblázat: A kőlisztek szemmegoszlásának követelményei

Szita lyuk-bősége mm	Áthullott tömegszázalék	
	Az egyedi értékek határértékei	A gyártó által megadott értékek maximális tűrései [a]
2	100	–
0,125	85 – 100	10
0,063	70 – 100	10

[a] A megadott szemmegoszlási tűrések az utolsó 20 mérés alapján (lásd a H1. táblázat 1. sorát). Az eredmények 90%–ának ezen a tűrésen belül kell lennie, de az összes mérési eredménynek a teljes szemmegoszlási tűrésen belül kell lennie (lásd a fenti 2. oszlopot).

A kőanyaghalmaz szemnagysága mm		Szitákra vonatkozó határértékek (Áthullott tömegszázalékokban)	
Alap- +1. kiegészítő szitasorozat	Alap- +2. kiegészítő szitasorozat	40 ± 20	70 ± 20
		A szita lyukbősége mm	
-	0/6,3	1	4
0/8	0/8	1	4
-	0/10	1	4
0/11,2 (11)	-	2	5,6 (5)
-	0/12,5 (12)	2	6,3 (6)
-	0/14	2	8
0/16	0/16	2	8
-	0/20	2	10
0/22,4 (22)	-	2	11,2 (11)
0/31,5 (32)	0/31,5 (32)	4	16
-	0/40	4	20
0/45	-	4	22,4 (22)
MEGJEGYZÉS: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerűsített megadására alkalmasak.			

MSZ EN 12620 6. tábl.: Kő-anyag-halmaz keve-rékek szem-meg-oszlási köve-telmé-nyei

MSZ 4798 Megnevezés	Határ szemnagyság Méret, mm		Feltétel	Közbenső ellenőrző szita, mm	Példa mm/mm
Homok	d=0	D≤4		0,063; 0,25; 1	0/1; 0/2; 0/4
Homok fr.	d>0	D=4	MSZ EN nem ismeri, NAD!		1/4; 2/4
Homokos kavics frakció!	d=2	4<D≤ 11,2→12 !	Szűk frakció D/d≤6	4	2/8; 2/12!
	d=2	D> 11,2→12 !	Nyújtott fr. 6<D/d≤10	4; 8	2/16; 2/20
Kavics frakció	d≥4	D≥8	Szűk frakció D/d≤2	—	4/8; 8/16; 16/32
	d≥4	D>8	Nyújtott fr. D/d>2	D/2	4/16; 8/32
Homokos kavics	d=0	D≤45 →63!		D/(6,25–11,2) D/2	0/8; 0/16; 0/24; 0/32

Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 16 mm

Legnagyobb szemnagyság: 16 mm									
Szem-nagyság	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%							Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003					
mm	A	B	C	Legalább		Legfeljebb		mm	jele
0,063	0		3	0		3	11		*f*
0,125	0	4	9						
0,25	3	9	18						
0,5	6	19	31						
1	14	29	44						
2	24	43	58	20		60			*(D/8)*
4	37	59	71						
8	61	78	86	50		90			*D/2*
16	95		100	90	85	99			*D*
22,4	99,1		100	98		100		22,4	*1,4 . D*
24	100		100						
32				100		100		32,0	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele					
	6,60	5,60	4,80	$G_A 90$	$G_A 85$	f_3	f_{11}		

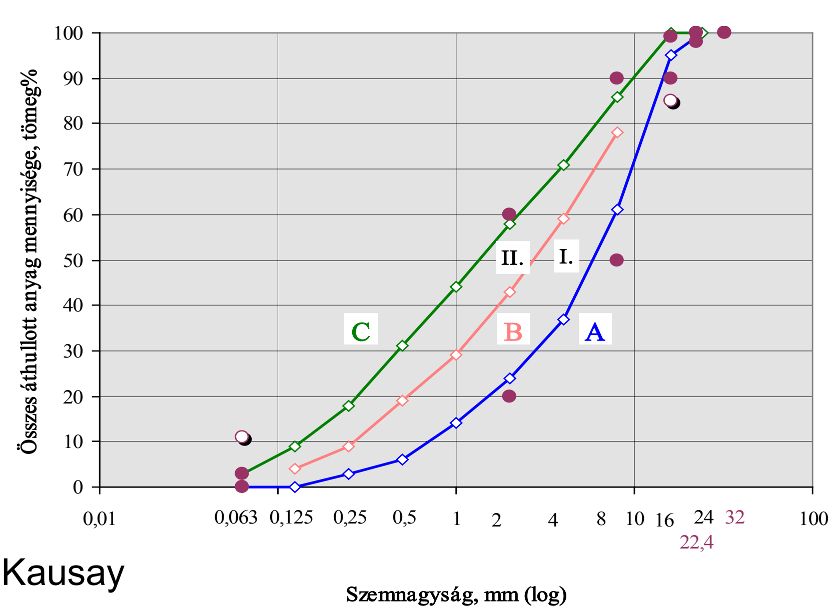
Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 32 mm

Legnagyobb szemnagyság: 32 mm									
Szem-nagyság	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%							Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003					
mm	A	B	C	Legalább		Legfeljebb		mm	jele
0,063	0		3	0		3	11		*f*
0,125	0	4	7						
0,25	2	8	16						
0,5	4	15	26						
1	8	23	37						
2	14	33	48						
4	23	45	60	20		60			*(D/8)*
8	37	61	75						
16	62	78	88	50		90			*D/2*
32	95		100	90	85	99		31,5 (32)	*D*
44,1	98,96		100	98		100		44,1	*1,4 . D*
48	100		100						
63				100		100		63,0	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele					
	7,55	6,35	5,40	$G_A 90$	$G_A 85$	f_3	f_{11}		

Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

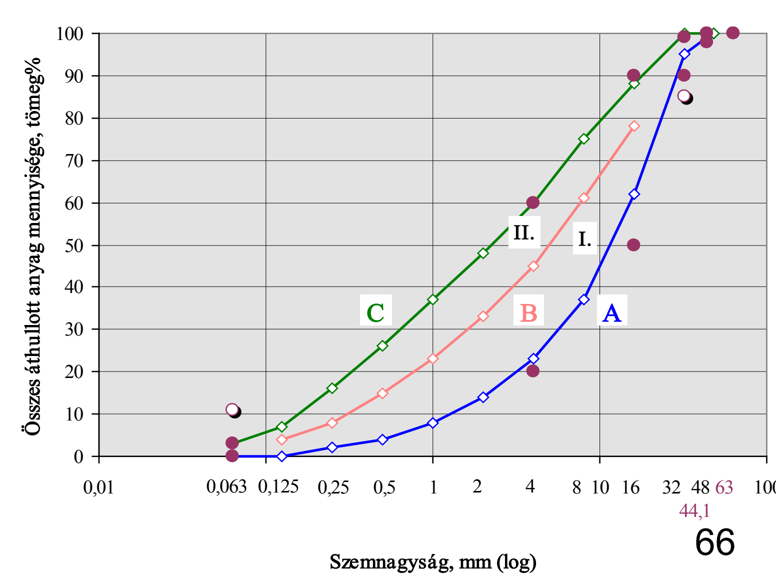
Legnagyobb szemnagyság: 16 mm



Kausay

Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 32 mm



Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm										
Szem-nagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%								Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003						
	A	B	C	Legalább		Legfeljebb			mm	jele
0,063	0		3	0		3	11			*f*
0,125	0	3	6							
0,25	2	9	16							
0,5	5	17	29							
1	10	26	42							
2	20	39	54	20		60				*(D/11,2)*
4	30	52	67							
8	47	68	80							
11,2	61,1	76,25	86,3	50		90			11,2	*D/2*
16	76	85	93							
22,4	91,75		98,8	90	85	99			22,4	*D*
24	95		100							
31,4	99,7		100	98		100			31,4	*1,4 . D*
32	100		100							
44,8				100		100			44,8	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele						
	7,10	6,00	5,10	*G_A 90*	*G_A 85*	*f_3*	*f_{11}*			

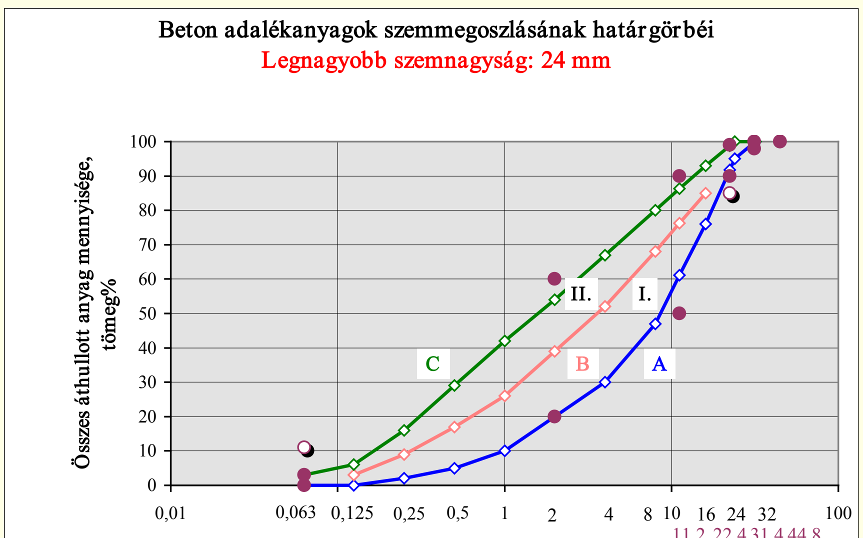
Megjegyzés: Az ordináta-értéket a finomsági modulusba nem szabad beszámítani.

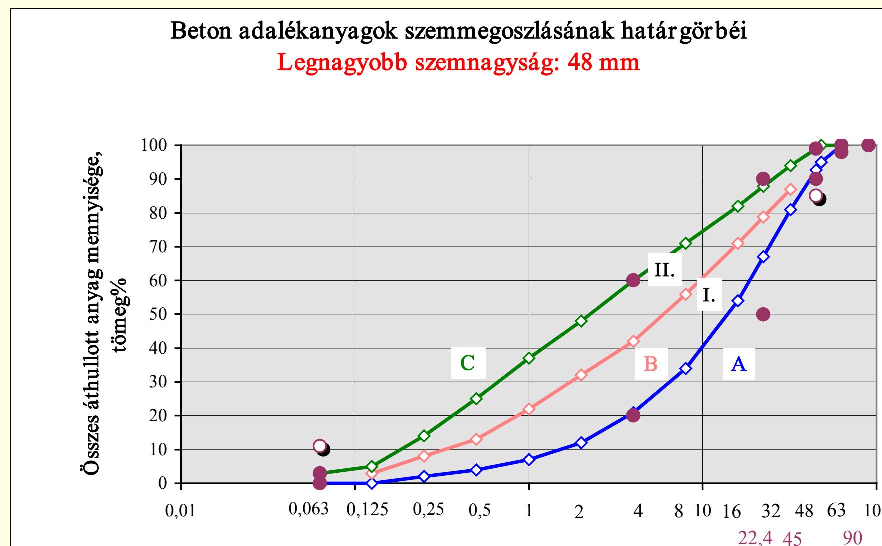
Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 48 mm

Legnagyobb szemnagyság: 48 mm										
Szem-nagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%								Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003						
	A	B	C	Legalább		Legfeljebb			mm	jele
0,063	0		3	0		3	11			*f*
0,125	0	3	5							
0,25	2	8	14							
0,5	4	13	25							
1	7	22	37							
2	12	32	48							
4	21	42	60	20		60				*(D/11,2)*
8	34	56	71							
16	54	71	82							
22,4	67,1	78,77	87,82	50		90			22,4	*D/2*
32	81	87	94							
45	92,77		99,04	90	85	99			45,0	*D*
48	95		100							
63	100		100	98		100				*1,4 . D*
90				100		100			90,0	*2 . D*
	Finomsági modulus			Kategória jele						
	7,85	6,65	5,55	*G_A 90*	*G_A 85*	*f_3*	*f_{11}*			

Megjegyzés: Az ordináta-értéket a finomsági modulusba nem szabad beszámítani.

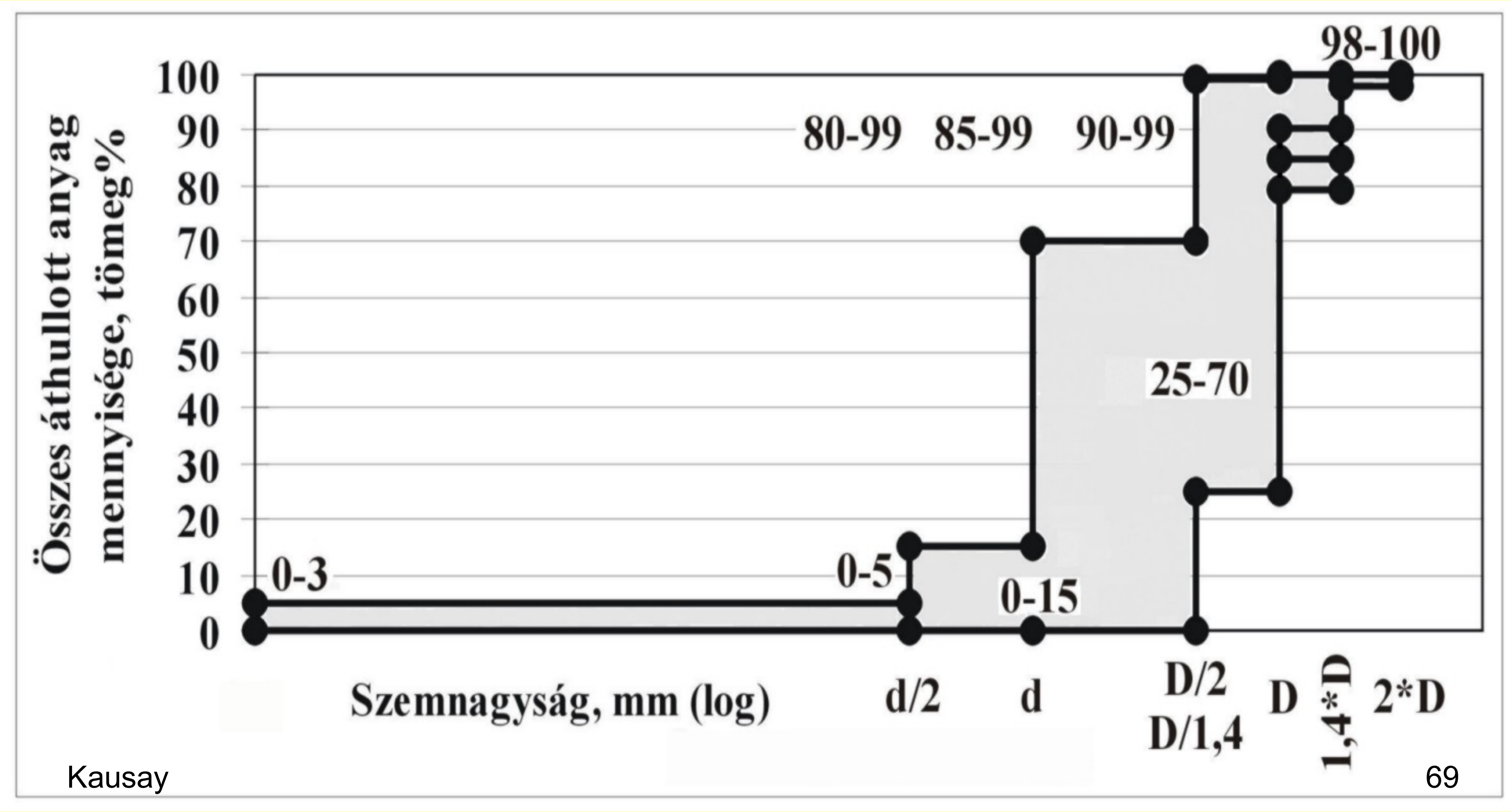




Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

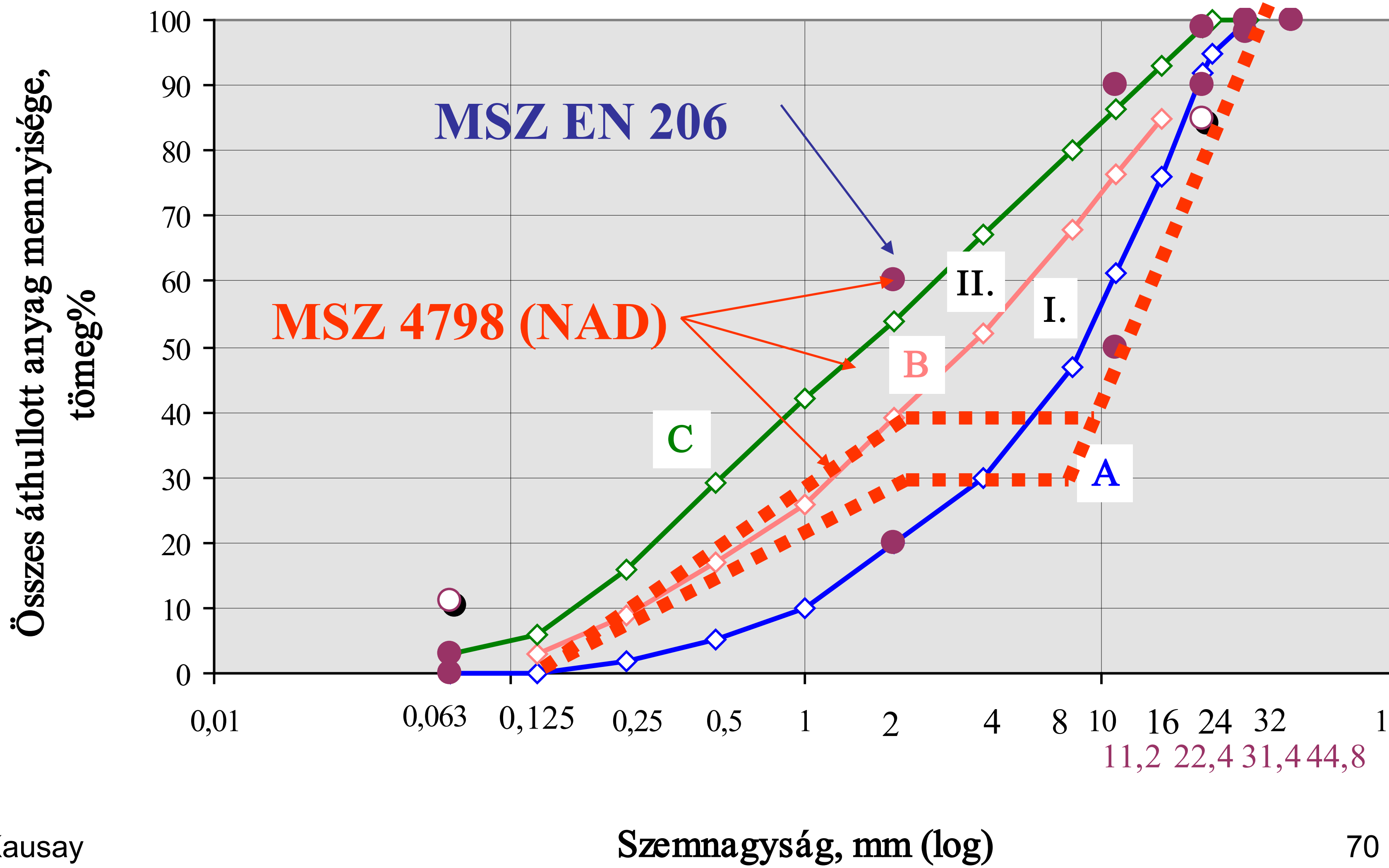
MSZ 4798 (NAD) Legnagyobb szemnagyság: 24 mm									
Szem-nagyság mm	Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%							Szemnagyság	
	Határgörbe jele			MSZ EN 12620:2003					
	A	B	C	Legalább		Legfeljebb		mm	jele
0,063	0		3	0		3	11		f
0,125	0	3	6						
0,25	2	9	16						
0,5	5	17	29						
1	10	26	42						
2	20	39	54	20		60			(D/11,2)
4	30	52	67						
8	47	68	80						
				50		90		11,2	D/2
16	76	85	93						
				90	85	99		22,4	D
24	95		100						
				98		100		31,4	1,4 .D
32	100		100						
				100		100		44,8	2 .D
	Finomsági modulus			Kategória jele					
	7,10	6,00	5,10	$G_A 90$	$G_A 85$	f_3	f_{11}		

Az MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti osztályozott adalékanyag frakciók szemmegoszlási követelményének vázlata



Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm



A szemmegoszlás általában akkor megfelelő, ha a szemmegoszlási görbe középső szakasza a határgörbékkel közel párhuzamos, vagy a határgörbék közé képzelt görbéből az óramutató járásával megegyező irányba történő, centrális, képzeletbeli forgatással származtatható, amely forgatás szélső esete az ún. „lépcsős" szemmegoszlási görbe.

Ilyenkor az adott legnagyobb névleges szemnagyságú, és változatlan finomsági modulusú szemmegoszlás egyenlőtlenségi együtthatója és homoktartalma növekszik.

A lépcsős szemmegoszlás egy-lépcsős.

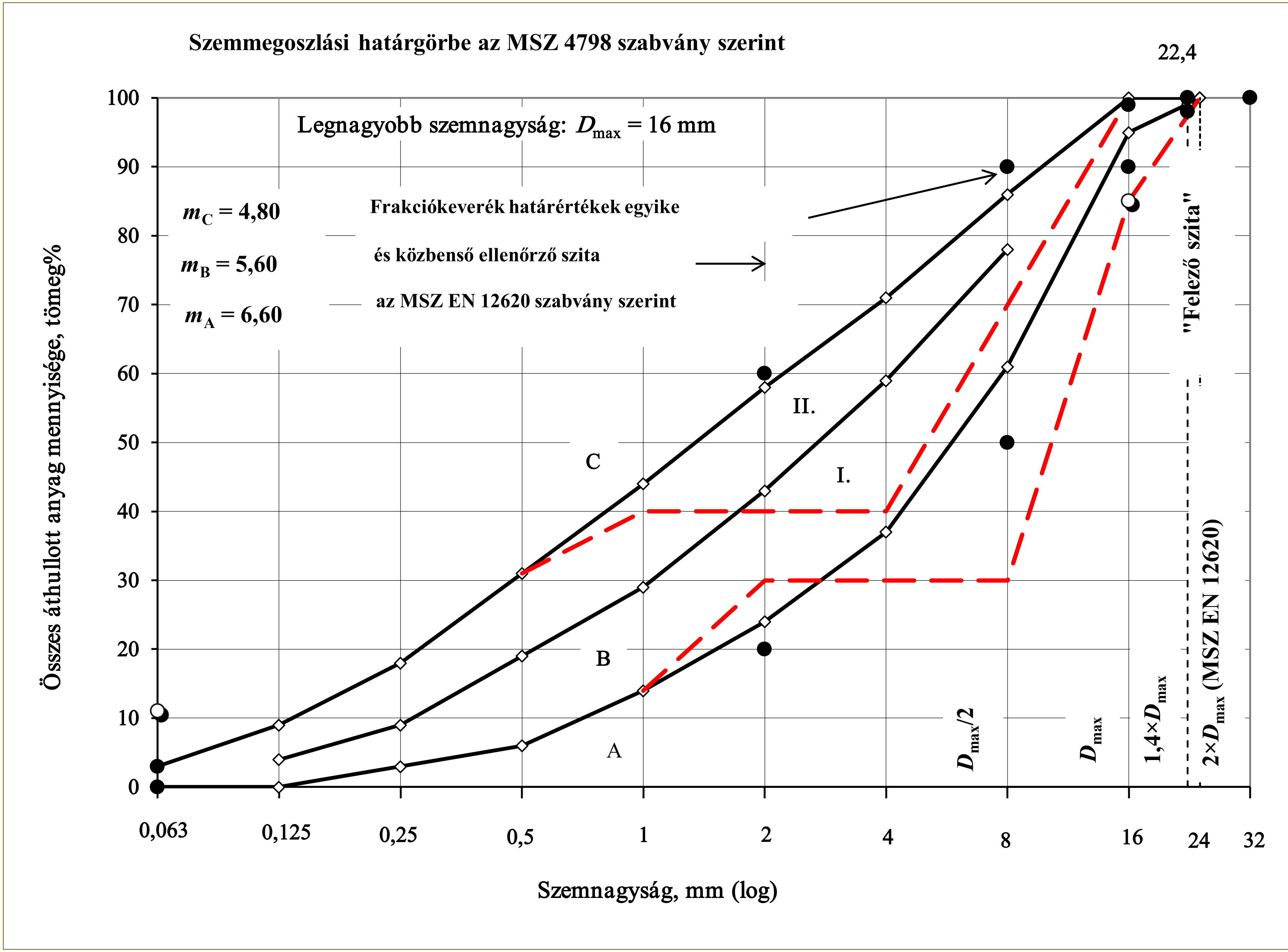
A hiányzó szemeknél finomabb szemek mennyisége a keveréknek 30-40 tömegszázalékát,

illetve a hiányzó szemeknél durvább szemek mennyisége a keveréknek 60-70 tömegszázalékát tegye ki.

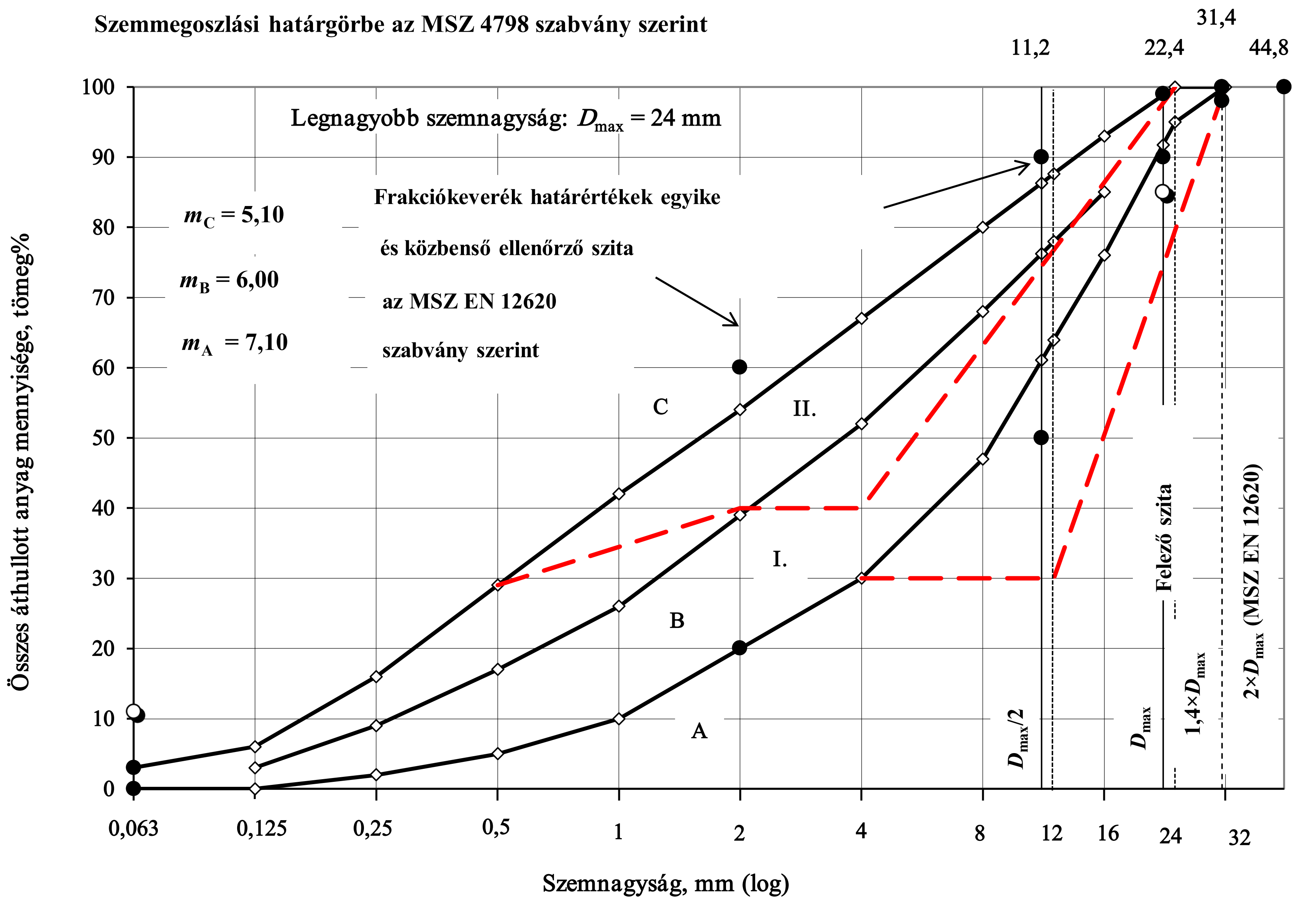
A lépcső az összes áthullott anyag mennyiség (35±5) tömegszázalék közötti tartományában helyezkedjék el.

A lépcső kezdőpontja

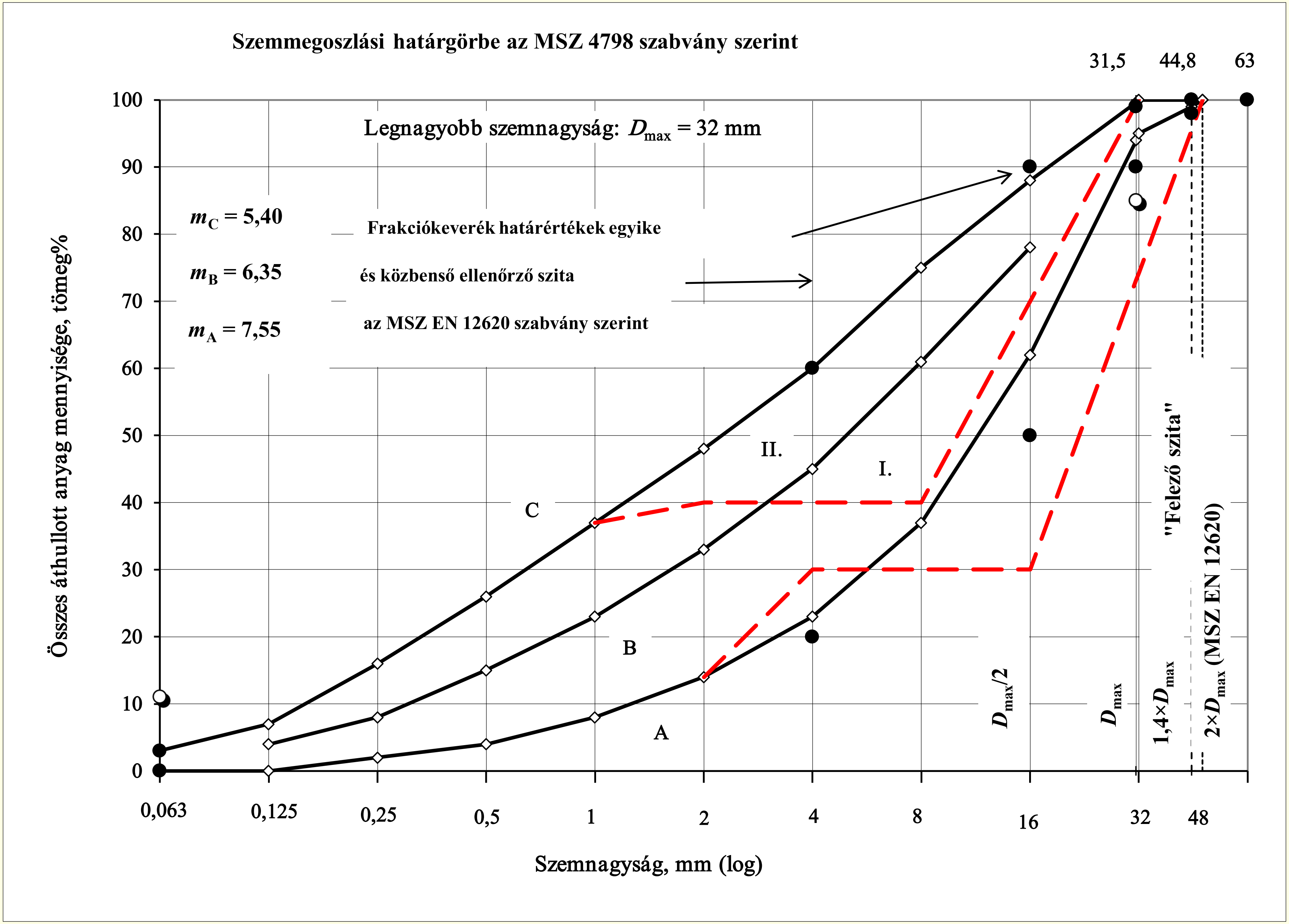
a 8 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyag esetén a 0,5 mm-es,
a 12 mm és 16 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyag esetén az 1 mm-es,
a 20 mm, 24 mm és 32 mm legnagyobb szemnagyság esetén a 2 mm-es,
a 48 mm és 63 mm legnagyobb szemnagyság esetén a 4 mm-es szemnagyságnál,
végpontja mindig a $0{,}4 x D_{max}$ mm-hez legközelebb eső szabványos szemnagyságnál legyen.



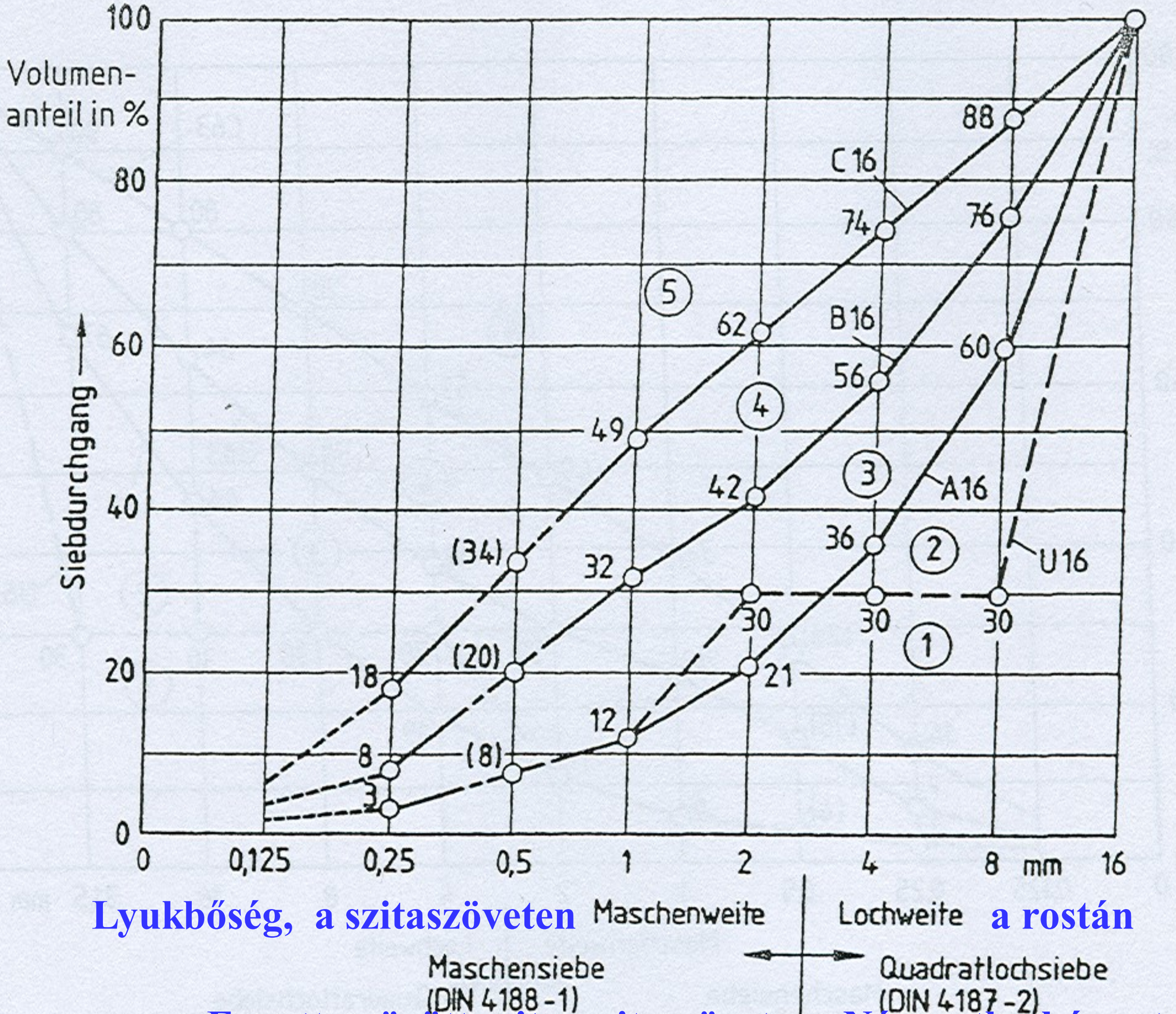
Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 16 mm
m_C = 4,80
m_B = 5,60
m_A = 6,60
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620 szabvány szerint
22,4
"Felező szita"
II.
I.
C
B
A
$D_{max}/2$
D_{max}
$1,4 \times D_{max}$
$2 \times D_{max}$ (MSZ EN 12620)
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0,063
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
16
24
32
Szemnagyság, mm (log)



Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 24 mm
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620
szabvány szerint
m_C = 5,10
m_B = 6,00
m_A = 7,10
C
B
A
I.
II.
11,2
22,4
31,4
44,8
$D_{max}/2$
D_{max}
Felező szita
1,4×D_{max}
2×D_{max} (MSZ EN 12620)
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0,063
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
12
16
24
32
Szemnagyság, mm (log)


Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
31,5
44,8
63
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 32 mm
m_C = 5,40
m_B = 6,35
m_A = 7,55
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620 szabvány szerint
II.
I.
C
B
A
"Felező szita"
$D_{max}/2$
D_{max}
$1,4 \times D_{max}$
$2 \times D_{max}$ (MSZ EN 12620)
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0,063
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
16
32
48
Szemnagyság, mm (log)

Áthullott szemek mennyisége térfogat%-ban



Lyukbőség, a szitaszöveten — a rostán

Fonott, szövött szita, szitaszövet — Négyzetlyukú rosta

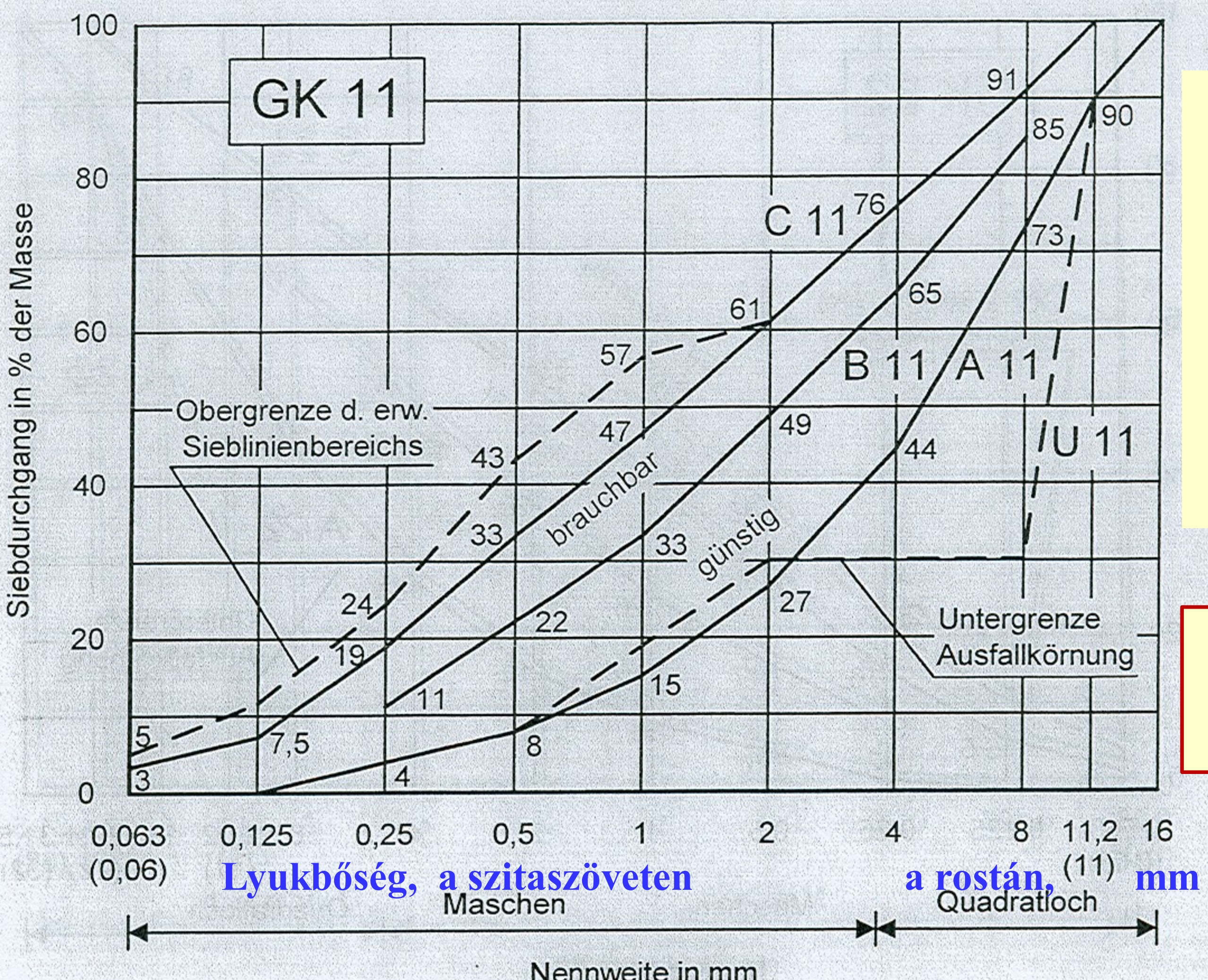
(A szitanyílás mindkét esetben négyzetes)

Lépcsős szemmegoszlás határgörbéje a német szabványban.

D_{max} = 16 mm

Kausay Bild L.2 — Sieblinien mit einem Größtkorn von 16 mm

Seite 35
ÖNORM B 4710-1



Áthullott szemek mennyisége tömeg%-ban

Lyukbőség, a szitaszöveten a rostán, mm

Négyzetlyukú fonott, szövött szita, szitaszövet Négyzetlyukú rosta

Bild NAD 3 – Grenzsieblinie Größtkorn 11 mm

Lépcsős szemmegoszlás határgörbéje az osztrák szabványban.
D_{max} = 11,2 mm

A lépcsős szemmegoszlás alkalmazására példák hátrébb találhatók.

Alap-szitasorozat mm	Alap- + 1. kiegészítő szitasorozat, mm	Alap- + 2. kiegészítő szitasorozat, mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
–	5,6 (5)	–
–	–	6,3 (6)
8	8	8

MSZ EN 12620:2002 +A1:2008 szabvány 1. táblázat: Sziták lyukbősége a frakciók szemmeg-oszlásának meghatározására

Az előzőekben láttuk ezt a táblázatot, amelyhez az MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szabvány a következőket fűzi:

4.3.7. Kőanyaghalmazok különleges felhasználása

Amennyiben egyedi betonkeverék előállításához különleges köanyaghalmaz keverék szükséges, az ISO 565:1990 szerinti R20-as szitasorozattal meghatározott burkoló szemmegoszlásokat kell alkalmazni, és be kell vonni a következő sziták közül a megfelelőket: 0,063 mm; 0,125 mm; 0,250 mm; 0,500 mm; 1 mm; 2 mm; 4 mm; 8 mm; 16 mm; 31,5 mm és 63 mm.

Felmerül a kérdés, mi az ISO 565:1990 szerinti R20-as szitasorozat?

Az ISO 565 szabvány R20 jelű szitasorozatának szitanyílásai 0,063 mm és 125 mm között

$\underline{\underline{\mathbf{10^{1/20}}}} = 10^{0,05} = 1,122$

arányban emelkednek.

Az MSZ 18288-1 nemzeti, és az MSZ EN 933-2 európai szabvány szitanyílásai duplázódnak, azaz

$2 = 10^{lg2} = 10^{0,30103} = 10^{6,0206/20} \sim$

$\sim 10^{6/20} = 10^{6*(1/20)} = \mathbf{(\underline{\underline{10^{1/20}}})^6}$

arányban emelkednek.

Ezért az MSZ 18288-1 nemzeti, és az MSZ EN 933-2 európai szabvány szitái az ISO 565 szabvány R20 jelű szitasorozatának <u>minden hatodik tagjával illeszkednek</u>.

ISO 565 nemzetközi szabvány szerinti, R20 jelű szitasorozat szitáinak nyílása, mm

Piros számmal az MSZ 18288-1:1991 és az MSZ EN 933-2:1998 szabványban szereplő szitanyílásokat tüntettük fel.

Zöld színnel az európai termékvizsgálatokhoz szükséges szitanyílásokat jelöltük.

0,063	**0,063**	0,500	**0,500**	3,97	**4,00**	31,5	**31,5**
0,071		0,561		4,46		35,4	
0,079		0,630		5,00	MSZ EN	39,7	MSZ EN
0,089		0,707		5,61	MSZ EN	44,6	MSZ EN
0,100		0,793		6,30	MSZ EN	50,0	MSZ EN
0,112		0,890		7,06		56,1	
0,126	**0,125**	1,00	**1,00**	7,93	**8,00**	62,9	**63,0**
0,141		1,12		8,89		70,6	
0,158		1,26		9,98	MSZ EN	79,2	MSZ EN
0,178		1,41		11,19	MSZ EN	88,9	
0,199		1,58		12,56	MSZ EN	99,7	
0,223		1,77		14,09	MSZ EN	111,9	
0,251	**0,250**	1,99	**2,00**	15,8	**16,0**	125,6	**125,0**
0,281		2,23		17,7		140,9	
0,316		2,51		19,9		158,1	
0,354		2,81		22,3	MSZ EN	177,4	
0,397		3,16		25,1		199,0	
0,446		3,54		28,1		223,3	

ISO	MSZ
7,93	8,00
8,89	
9,98	MSZ EN
11,19	MSZ EN
12,56	MSZ EN
14,09	MSZ EN

ISO	MSZ
15,8	16,0
17,7	
19,9	
22,3	MSZ EN
25,1	
28,1	
31,5	32,0

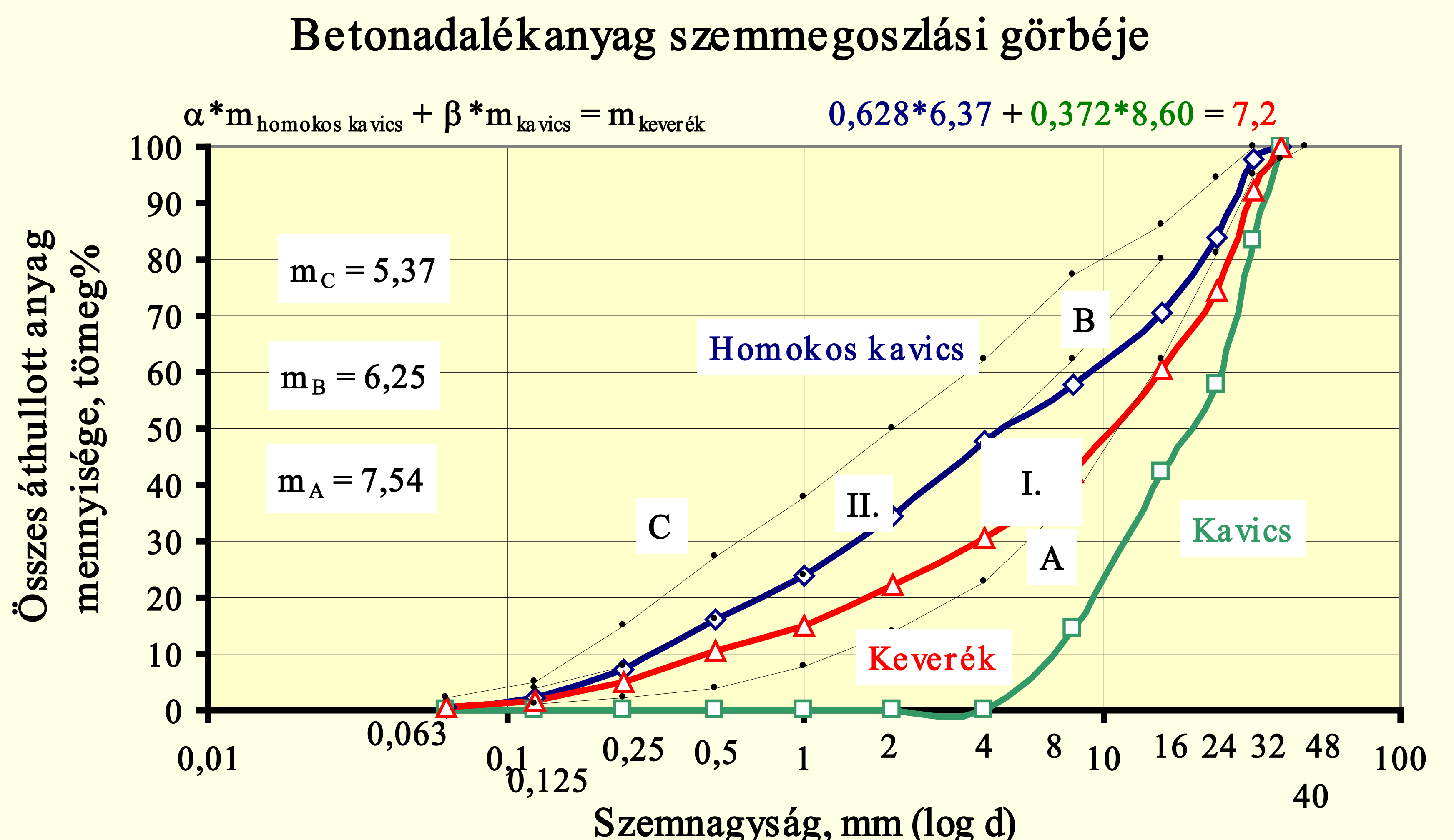
Kőzetfizika **Szemmegoszlás**

ISO Hauptreihe Principal sizes R 20/3	ISO Nebenreihen Supplementary sizes R 20	ISO Nebenreihen Supplementary sizes R 40/3	DIN ISO 3310	NF AFNOR NF ISO 3310 NFX11-504 R 20	BSI BS 410 ISO 3310	N NEN 2560 Holland	ASTM E 11 ♯ ASTM E 323 ● ■		CGSB CAN/ CGSB-8.2-M88 metric Kanada	TYLER Screen Scale
2000			2001	2000	2000	1998	2001		1988	1910
ISO 3310-1		Drahtgewebe ♯	125–1	125–1	125–1	125–1	125–1		125–1	26,5–1
ISO 3310-2		Rundlochung ●	125–1	125–1	125–1	125–1	125–1			
		Quadratlochung ■	125–4	125–4	125–4	125–4	125–3.35			
w	w	w	w	w	w	w	w	No.	w	Mesh
125	125	125	125	125	125	125	125	5 in.	125	
	112		112	112	112	112			112	
		106	106	106	106	106	106	4.24 in.		
	100		100	100	100	100	100 [b]	4 in. [b]	100	
90	90	90	90	90	90	90	90	3.1/2 in.	90.0	
	80		80	80	80	80			80.0	
		75	75	75	75	75	75	3 in.		
	71		71	71	71	71			71.0	
63	63	63	63	63	63	63	63	2.1/2 in.	63.0	
	56		56	56	56	56			56.0	
		53	53	53	53	53	53	2.12 in.		
	50		50	50	50	50	50 [b]	2 in. [b]	50.0	
45	45	45	45	45	45	45	45	1.3/4 in.	45.0	
	40		40	40	40	40			40.0	
		37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37.5	1.1/2 in.		
	35,5		35,5	35,5	35,5	35,5			35.5	
31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31.5	1.1/4 in.	31.5	
	28		28	28	28	28			28.0	
		26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26.5	1.06 in.		1.05 in.
	25		25	25	25	25	25.0 [b]	1 in. [b]	25.0	
22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22.4	7/8 in.	22.4	.883 in.

R 20

22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22.4	7/8 in.	22.4	.883 in.
	20		20	20	20	20			20.0	
		19	19	19	19	19	19.0	3/4 in.		.742 in.
	18		18	18	18	18			18.0	
16	16	16	16	16	16	16	16.0	5/8 in.	16.0	.624 in.
	14		14	14	14	14			14.0	
		13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13.2	0.530 in.		.525 in.
	12,5		12,5	12,5	12,5	12,5	12.5 (b)	1/2 in. (b)	12.5	
11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11.2	7/16 in.	11.2	.441 in.
	10		10	10	10	10			10.0	
		9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9.5	3/8 in.		.371 in.
	9		9	9	9	9			9.0	
8	8	8	8	8	8	8	8.0	5/16 in.	8.0	2.1/2
	7,1		7,1	7,1	7,1	7,1			7.10	
		6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6.7	0.265 in.		3
	6,3		6,3	6,3	6,3	6,3	6.3 (b)	1/4 in. (b)	6.30	
5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5.6	3.1/2	5.60	3.1/2
	5		5	5	5	5			5.00	
		4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4.75	4		4
	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5			4.50	
4	4	4	4	4	4	4	4.00	5	4.00	5
	3,55		3,55	3,55	3,55	3,55			3.55	
		3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3.35	6		6
	3,15		3,15	3,15	3,15	3,15			3.15	
2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2.80	7	2.80	7
	2,5		2,5	2,5	2,5	2,5			2.50	
		2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2.36	8		8
	2,24		2,24	2,24	2,24	2,24			2.24	
2	2	2	2	2	2	2	2.00	10	2.00	9
	1,8		1,8	1,8	1,8	1,8			1.80	
		1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1.70	12		10
	1,6		1,6	1,6	1,6	1,6			1.60	

A betonadalékanyag szemmegoszlásáról…

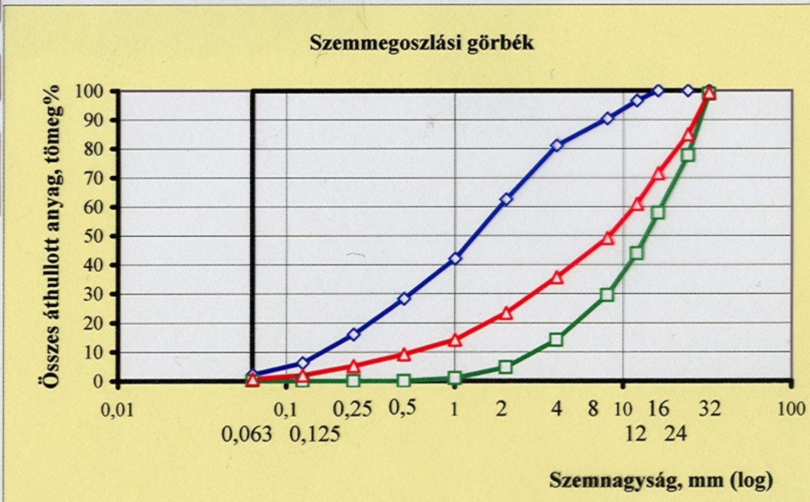


Példa az adalékanyag szemmegoszlásának tervezésére két részhalmazból

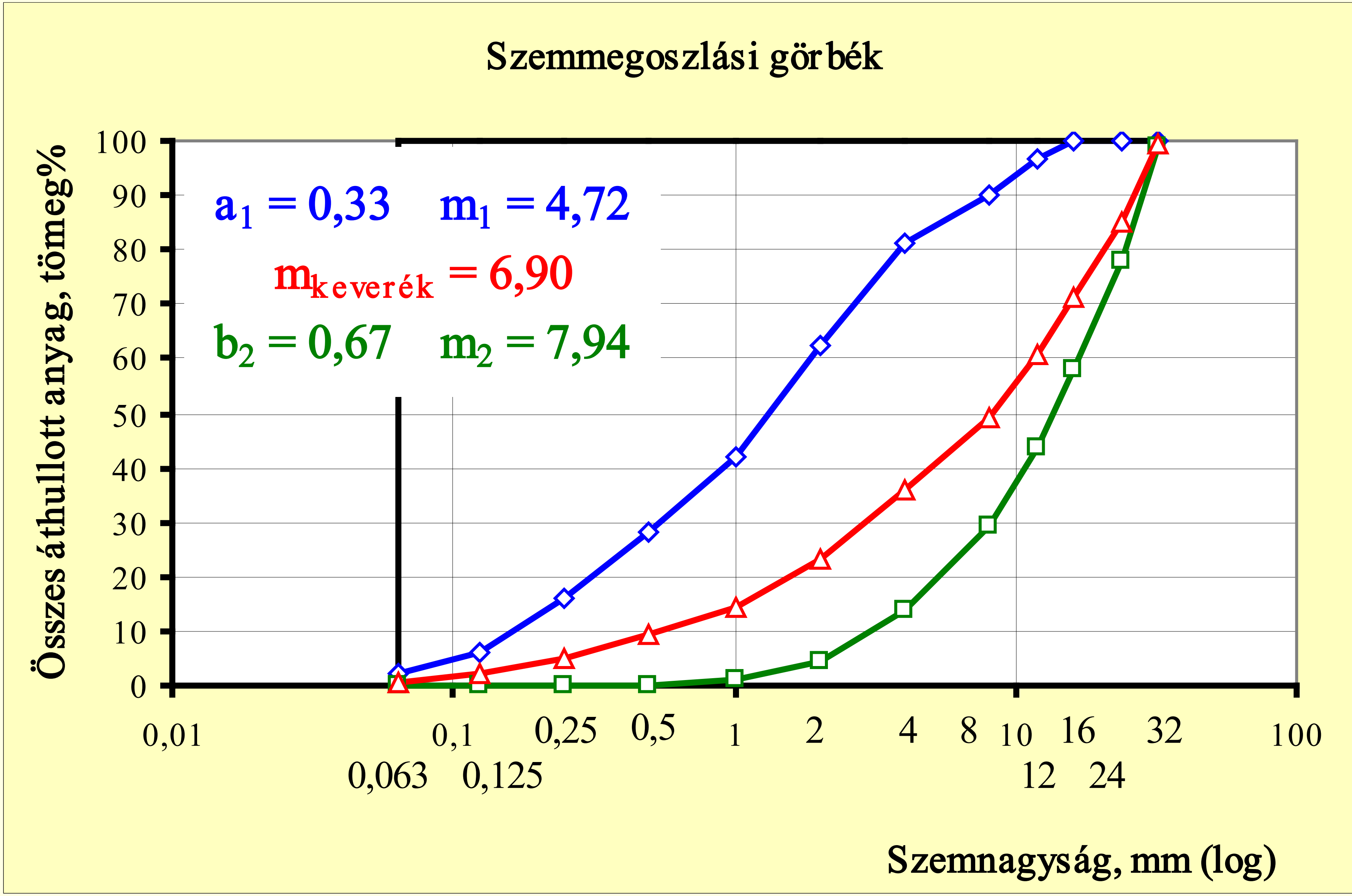
Szem-nagyság mm	a) szemhalmaz: 0,063/12 mm homokos kavics				b) szemhalmaz: 2/32 mm homokos kavics				ΣÁthull. részmenny.		Tervezett keverék	
	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	α*Σáth$_{0,063/12}$	β*Σáth$_{2/32}$	ΣÁthull.	ΣFennm.
	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%
32	-	-	0,0	100,0	110	1,1	1,1	98,9	32,3	67,0	99,3	0,7
24	-	-	0,0	100,0	2120	21,3	22,4	77,6	32,3	52,6	84,9	15,1
16	-	-	0,0	100,0	1980	19,8	42,2	57,8	32,3	39,1	71,4	28,6
12	175	3,5	3,5	96,5	1390	13,9	56,1	43,9	31,2	29,7	60,9	39,1
8	310	6,2	9,7	90,3	1440	14,4	70,6	29,4	29,2	19,9	49,1	50,9
4	460	9,2	19,0	81,0	1535	15,4	86,0	14,0	26,2	9,5	35,7	64,3
2	925	18,6	37,5	62,5	935	9,4	95,3	4,7	20,2	3,2	23,3	76,7
1	1020	20,5	58,0	42,0	370	3,7	99,0	1,0	13,6	0,6	14,2	85,8
0,5	685	13,7	71,7	28,3	95	1,0	100,0	0,0	9,1	0,0	9,1	90,9
0,25	615	12,3	84,1	15,9	-	-	100,0	0,0	5,2	0,0	5,2	94,8
0,125	485	9,7	93,8	6,2	-	-	100,0	0,0	2,0	0,0	2,0	98,0
0,063	200	4,0	97,8	2,2	-	-	100,0	0,0	0,7	0,0	0,7	99,3
0,0	110	2,2	100,0	0,0	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Összesen	4985	100,0			9975	100,0						

Legnagyobb szemnagyság:	**32 mm**
Ellenőrzés, $m_{tervezett}$ =	**6,90**

	a)		b)
Legnagyobb szemnagyság:	**12 mm**		**32 mm**
Finomsági modulus:	**4,72**	**$m_{tervezett}$ = 6,90**	**7,94**
Szemhalmaz tervezett részaránya:	$\alpha_{0,063/12}$= **0,323**		$\beta_{2/32}$= **0,677**



Két homokos kavics szemmegoszlását szita módszerrel vizsgáltuk.
A fenti táblázatban a finomabb anyag szita vizsgálatának eredményét kék számokkal, a durvább anyagét zöld számokkal tüntettük fel.
Írja le e két számoszlop adatait. Ezután a két homokos kavicsból, mint részhalmazokból, állítson elő $m_{tervezett}$ = 6,9 finomsági modulusú adalékanyag keveréket. Határozza meg, illetve ellenőrizze a finomsági modulust, a legnagyobb szemnagyságot mindhárom anyagra és a részhalmazok keverési arányát.
Rajzolja meg a szemmegoszlási görbéket logaritmikus abszcissza tengely felett.
Miután elkészült, hasonlítsa össze számítási és ábrabeli eredményeit ennek az oldalnak számítási eredményeivel és a szemmegoszlási görbék ábrájával.

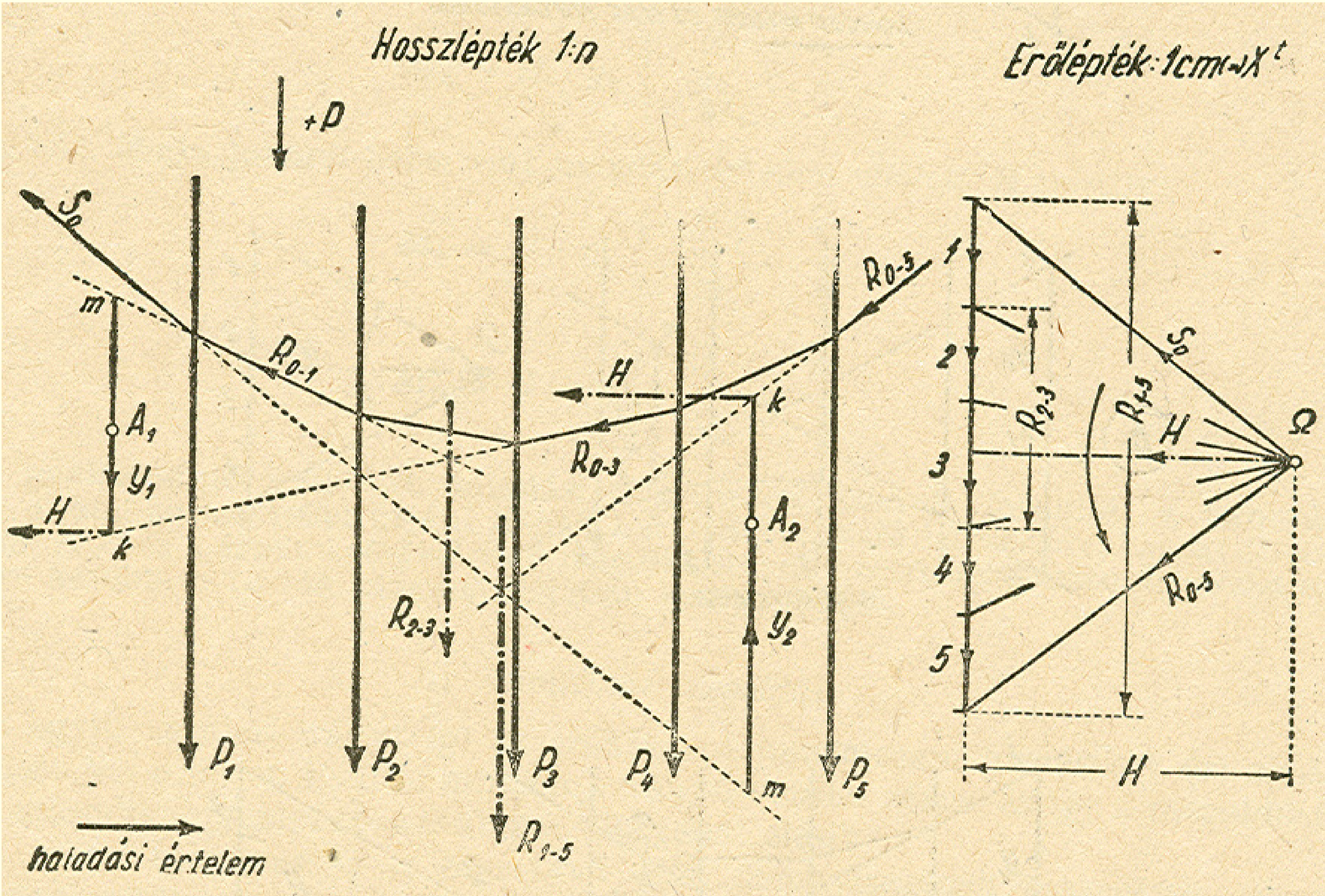


$$a_1 \cdot m_1 + b_2 \cdot m_2 = m_{keverék}$$

A következő képkockákon határozzuk meg grafikus szerkesztéssel két, ismert finomsági modulusú (m_1, m_2) adalékanyag frakció keverési arányát (α, β) adott finomsági modulusú (m_k) keverék előállításához.

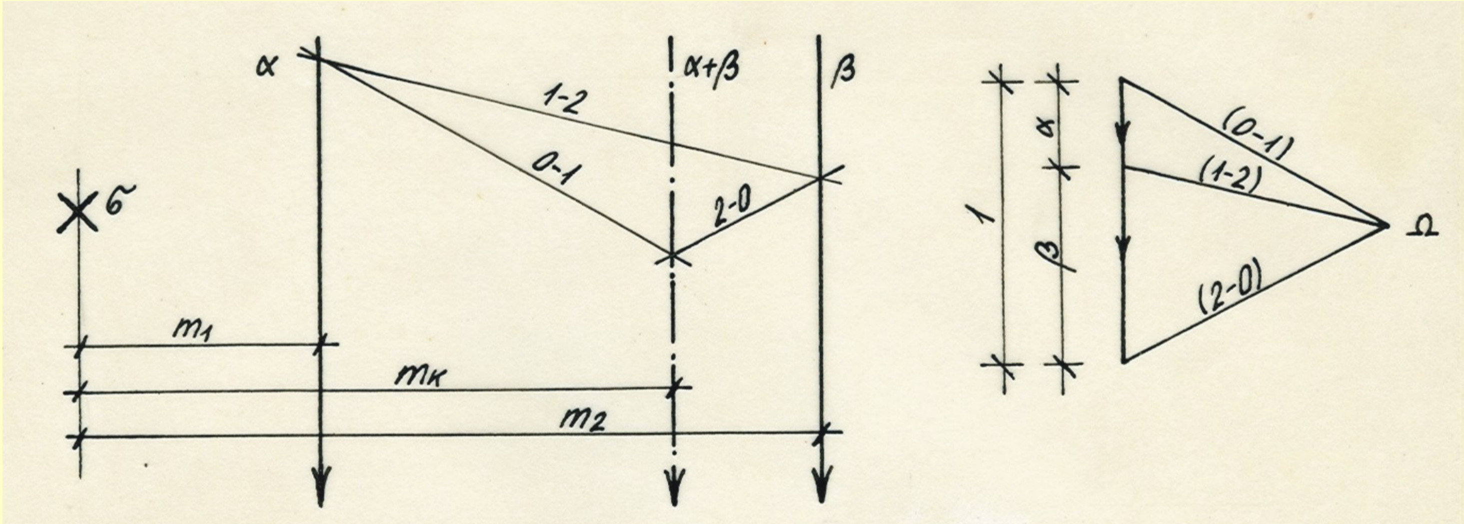
Ismert: m_1, m_2, m_k Keresett: α és β, ahol $\alpha + \beta = 1{,}0$

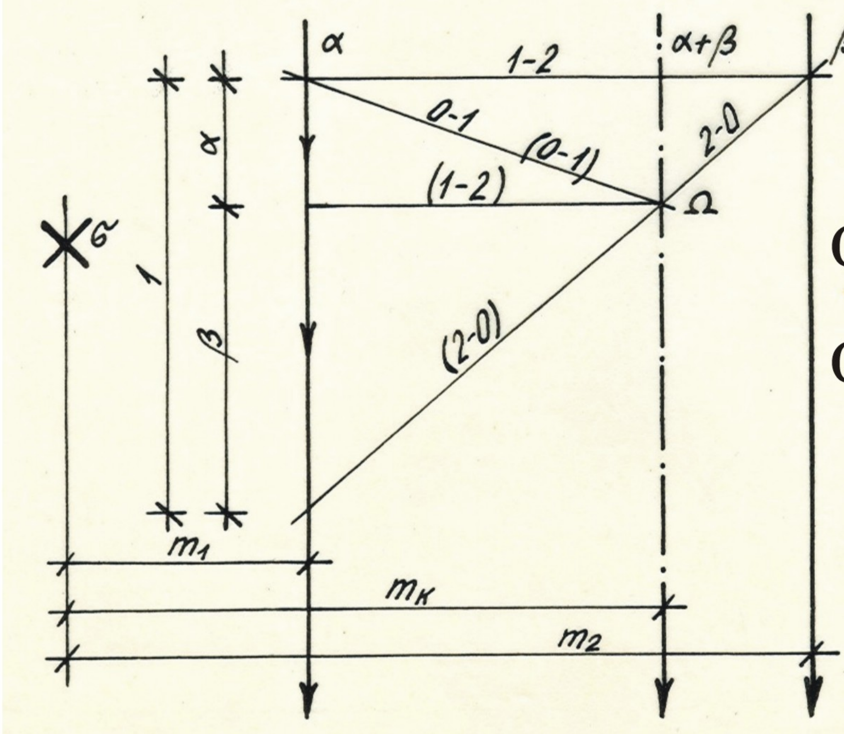
Analógia: Párhuzamos erők eredőjének szerkesztése kötélpoligonnal. A párhuzamos erőket a vektoridomban egyetlen egyenesre rakjuk fel, és minden részeredő vektorát a vektoridomban a – kötélpoligon megfelelő szakaszával párhuzamos – megelőző és a követő sugár között az adott erők közös egyenesén kapjuk.



17. ábra.

Párhuzamos erők eredőjének szerkesztése kötélpoligonnal (*Korányi Imre*: Tartók sztatikája. I. kötet, 1. füzet. Tankönyvkiadó. Budapest, 1957.)





$$\alpha . m_1 + \beta . m_2 = m_k$$

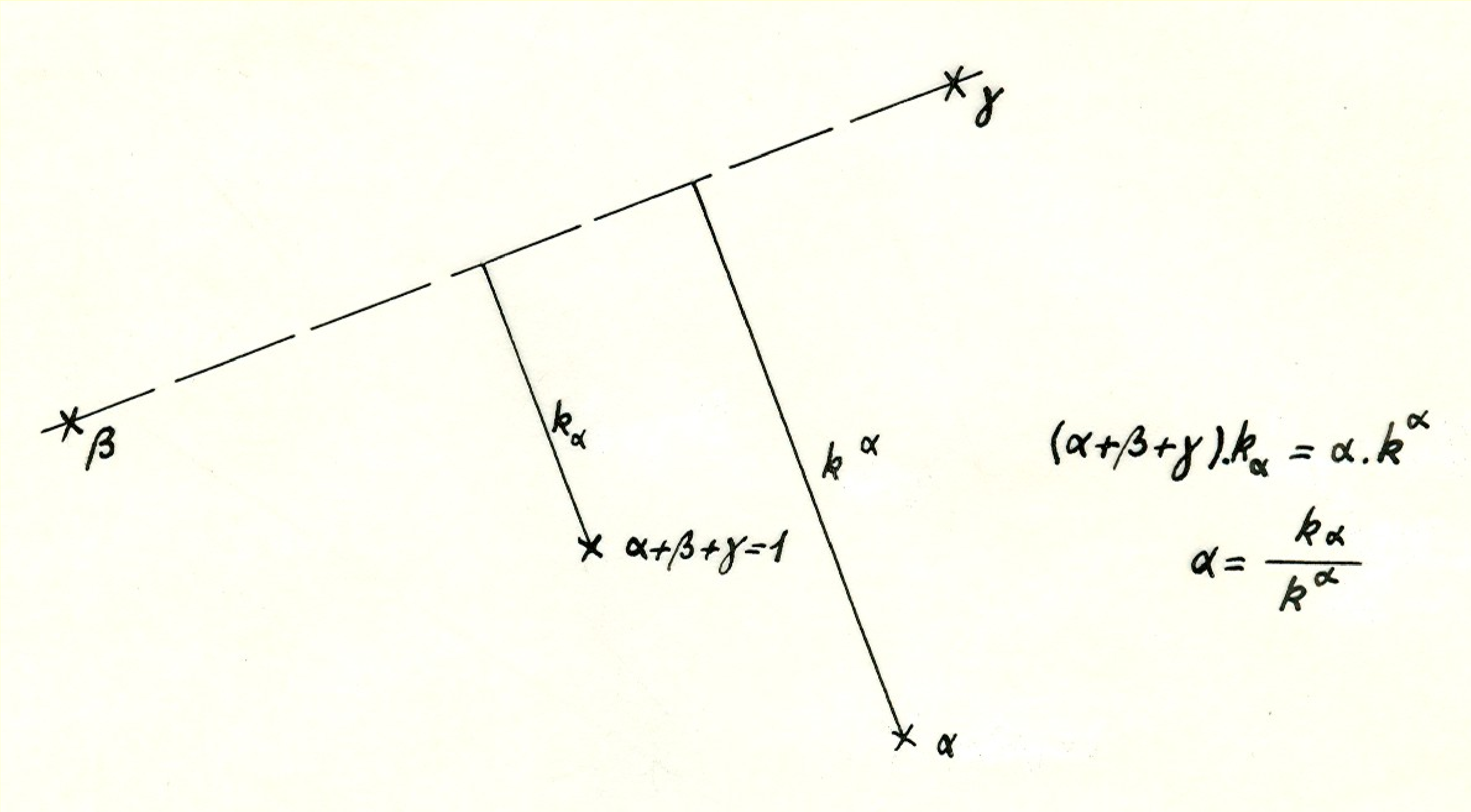
$$\alpha + \beta = 1$$

A következő képkockákon határozzuk meg grafikus szerkesztéssel három, ismert finomsági modulusú (m_1, m_2, m_3) és térfogati fajlagos felületű (f_1, f_2, f_3) adalékanyag frakció keverési arányát (α, β, γ) adott finomsági modulusú (m_k) és térfogati fajlagos felületű (f_k) keverék előállításához.

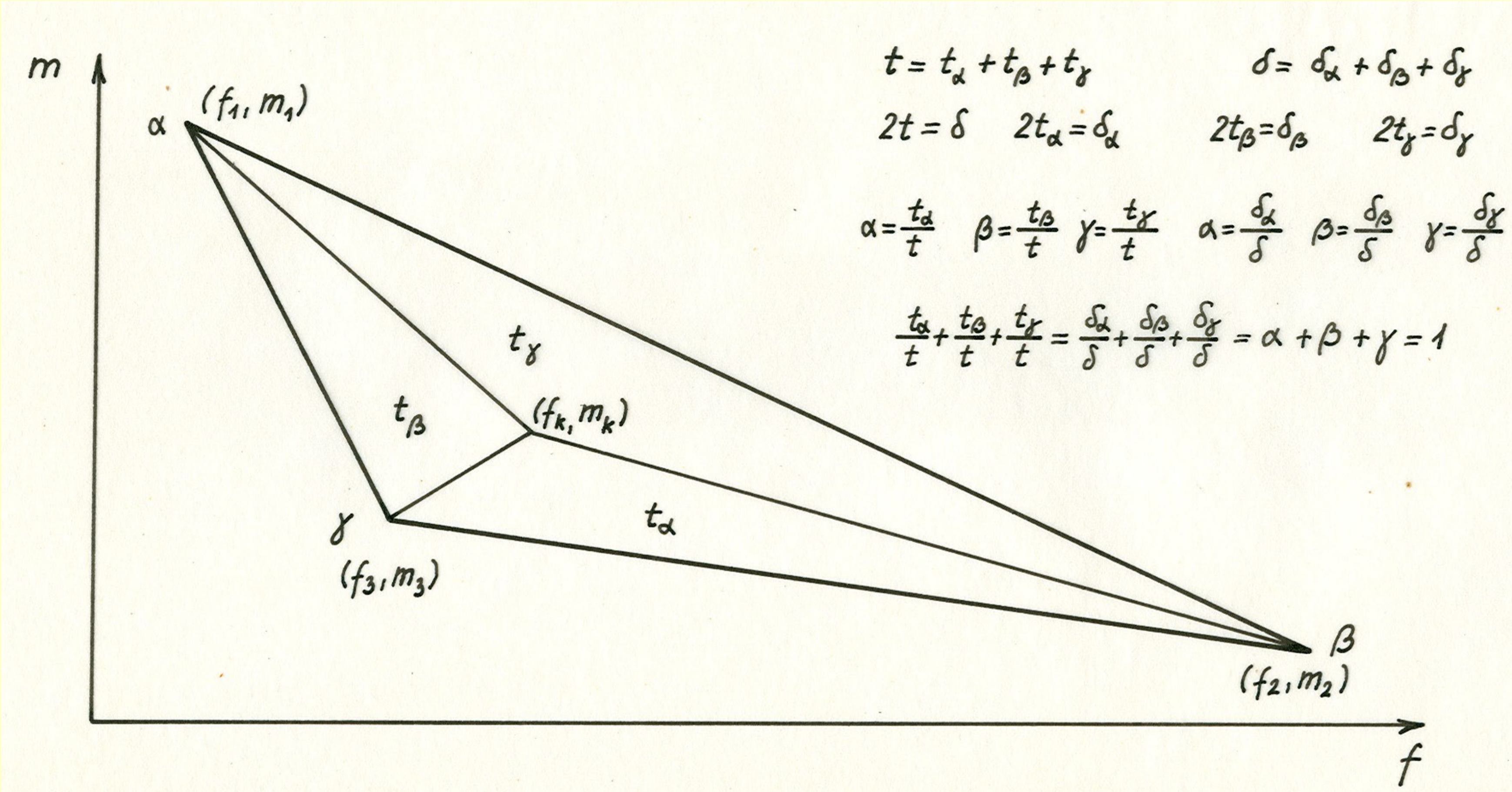
Ismert: $m_1, m_2, m_3, m_k, f_1, f_2, f_3, f_k$

Keresett: α, β **és** γ, **ahol** $\alpha + \beta + \gamma = 1{,}0$

Analógia: Három párhuzamos, az egységnyi eredő erővel egyensúlyozó erő nagyságának (α, β, γ) szerkesztése az erők hatásvonalára merőleges síkban felvett *m-f* koordináta-rendszerben *Culmann*-féle módszerrel. Két egyensúlyozó erő vektorának döféspontját összekötő egyenesre felírjuk a harmadik egyensúlyozó erő és az eredő erő nyomatékát, amelyeket egyenlővé teszünk. Az eljárást az egyensúlyozó erők másik két kombinációjára is elvégezve három egyensúlyi egyenletre jutunk, ezekből kettő független, a harmadik az $\alpha + \beta + \gamma = 1{,}0$ összefüggésből adódik.



Párhuzamos erők eredőjének szerkesztése az erők hatásvonalára merőleges síkban felvett koordináta-rendszerben *Culmann*-féle módszerrel



Három párhuzamos, az egységnyi eredő erővel egyensúlyozó erő nagyságának (*α*, *β*, *γ*) szerkesztése az erők hatásvonalára merőleges síkban felvett *m*-*f* koordináta-rendszerben háromszög-diagramot eredményez. Valamely erő nagysága (például *γ*) kifejezhető a másik két erő döféspontja alkotta háromszög-alaphoz (például *α*-*β*) tartozó „kis” és „nagy” háromszög területének (például t_γ/t), illetve magasságának arányával (például δ_γ/δ).

A felező szita lyukbőségének a helye az abszcissza tengelyen

$$x = 0{,}585 \cdot y$$

Szemmegoszlás

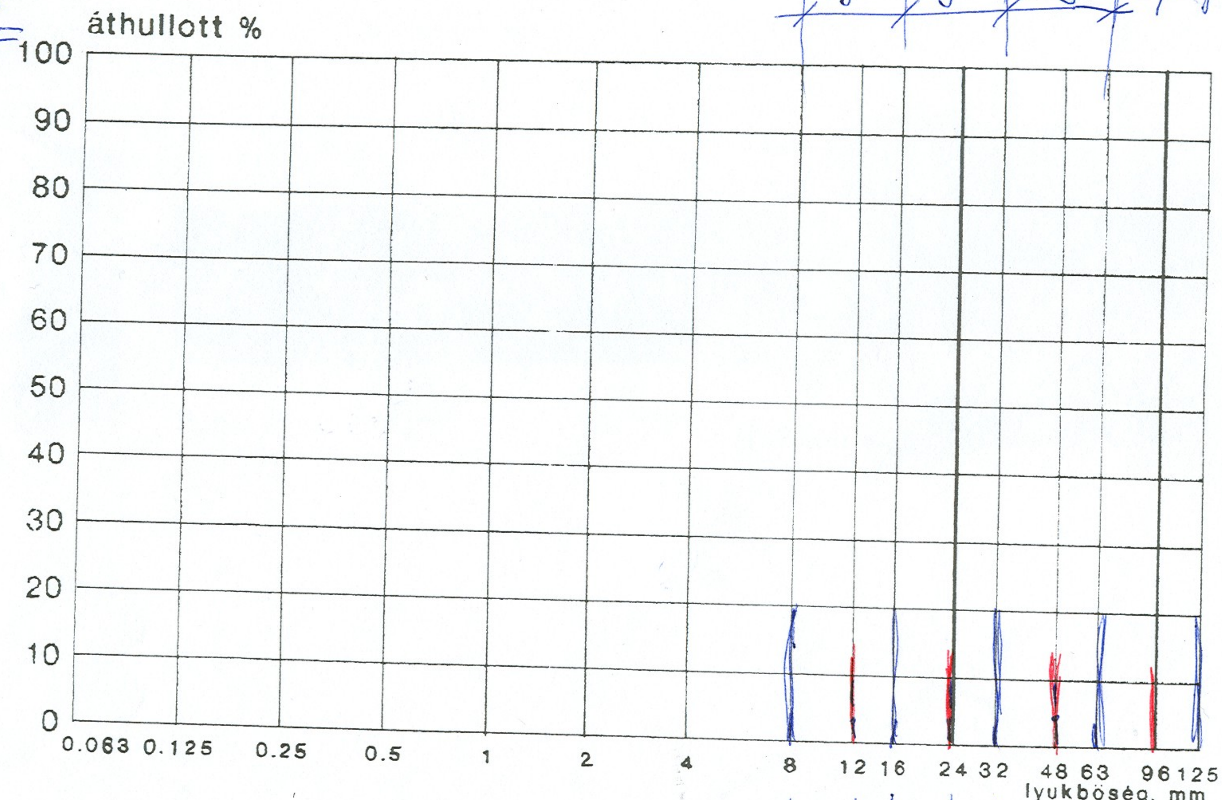
tervezése

Magyarázat, példa:

$$\frac{x}{y} = \frac{\lg 24 - \lg 16}{\lg 32 - \lg 16} = \frac{\lg 1{,}5}{\lg 2} = \frac{0{,}1761}{0{,}3010} \cong 0{,}585$$

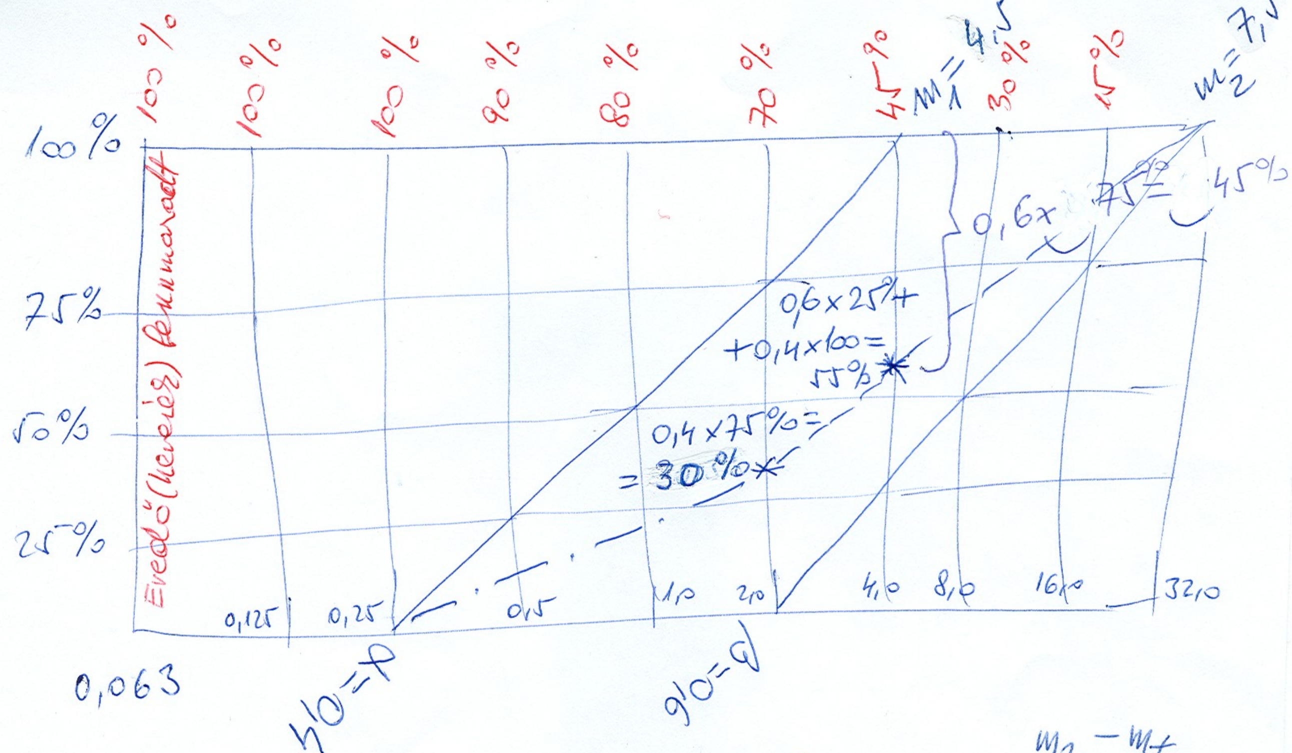
bármely felezőszita esetén

y | y | y mm a papíron



x | x | x | x mm a papíron

Szemmegoszlás javítás



$$m_{tervezett} = 6,3$$

$$\alpha = \frac{m_2 - m_t}{m_2 - m_1}$$

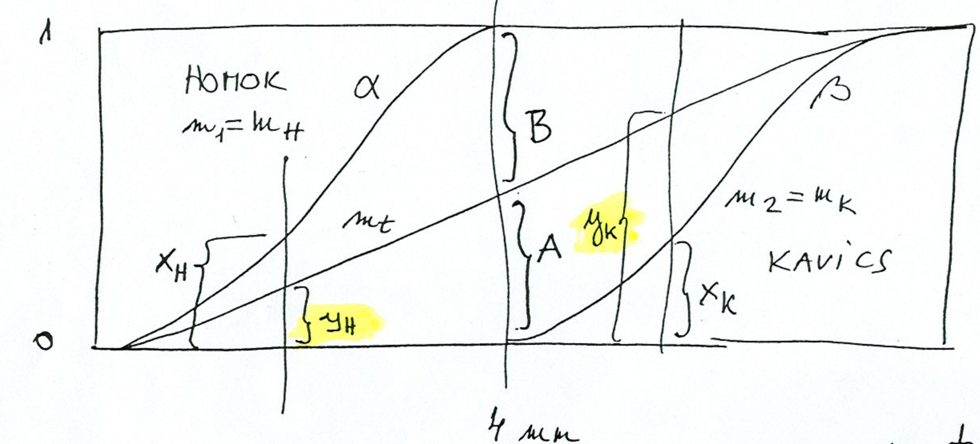
$$\alpha = \frac{7,5 - 6,3}{7,5 - 4,5} = 0,4$$

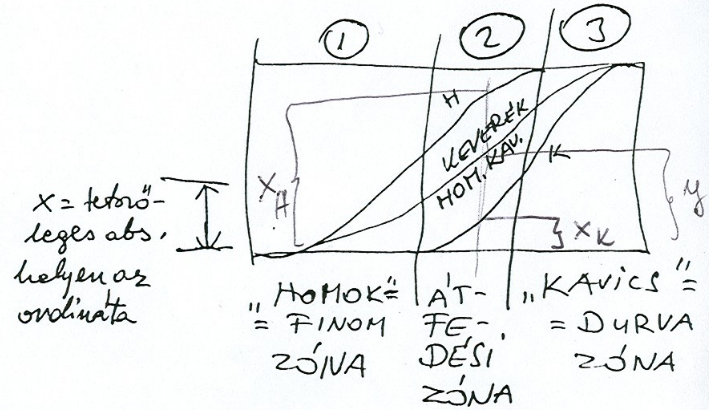
$$\beta = 1 - 0,4 = 0,6$$

Ellenőrzés: $\frac{100+100+100+90+80+70+45+30+15}{100} = 6,3$

SZEMMEGOSZLÁS JAVÍTÁS

HA NINCS „ÁTFEDÉSI" ZÓNA





mert $A = \alpha$

HOMOK ZÓNA $\frac{A}{1} = \frac{y_H}{x_H}$ $\quad y_H = A \cdot x_H = \alpha \cdot x_H$ $\quad$ azaz $y_H = \alpha \cdot x_H + \beta \cdot x_K$ (x_K: zérus)

ÁTFEDÉSI ZÓNA $\quad y = \alpha \cdot x_H + \beta \cdot x_K$

①	$x_H \neq 1$	$x_K = 0$
②	$x_H \neq 1$	$x_K \neq 0$
③	$x_H = 1$	$x_K \neq 0$

KAVICS ZÓNA $\frac{B}{1} = \frac{1 - y_K}{1 - x_K}$

$$B(1 - x_K) = 1 - y_K$$

$$\beta(1 - x_K) = 1 - y_K$$

$$y_K = 1 - \beta(1 - x_K) = 1 - \beta + \beta x_K = \alpha + \beta x_K$$

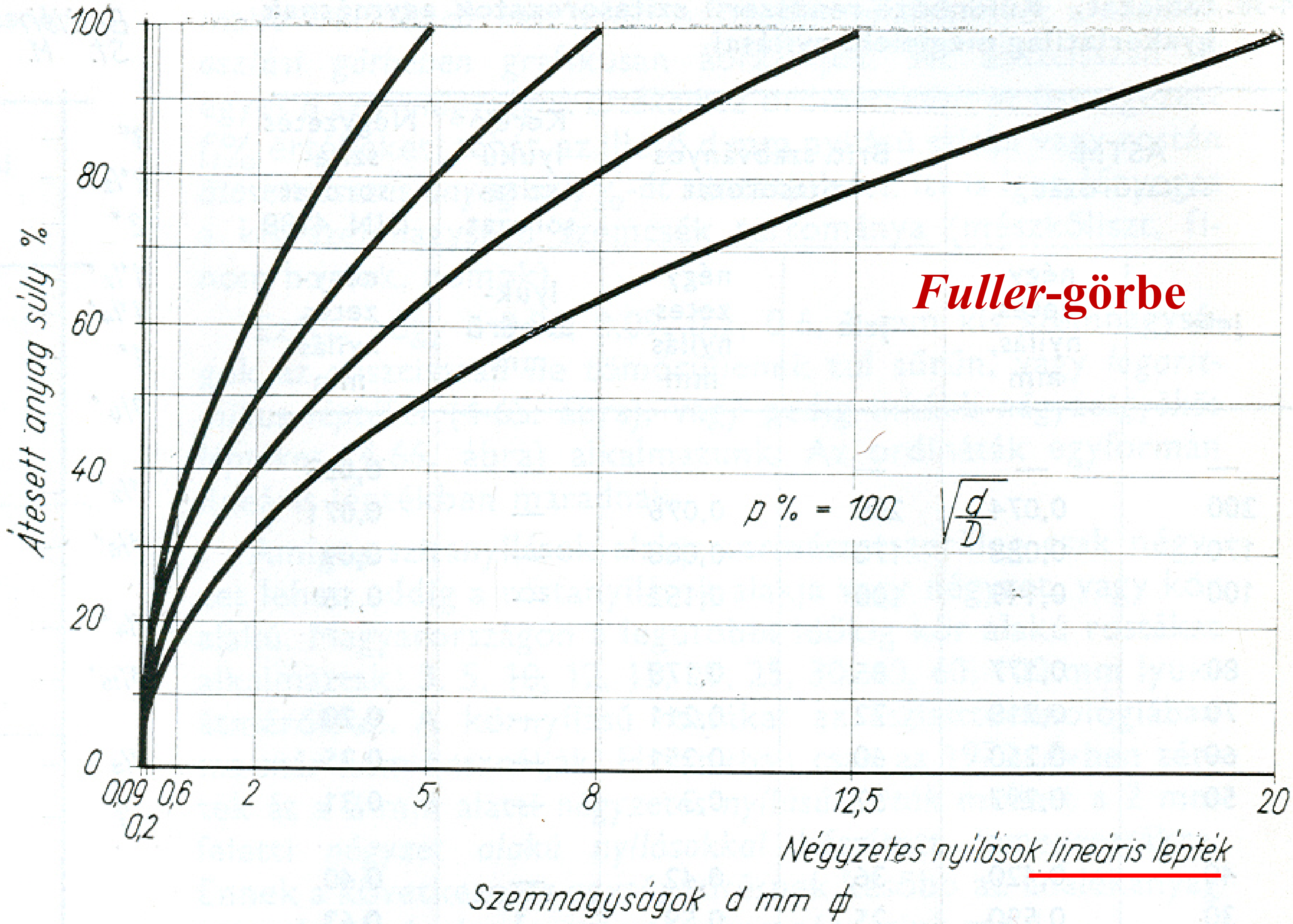
azaz $y_K = \alpha \cdot 1 + \beta x_K$ (1: x_H)

$$\alpha = \frac{m_2 - m_t}{m_2 - m_1}$$

$$m_1 < m_t < m_2$$

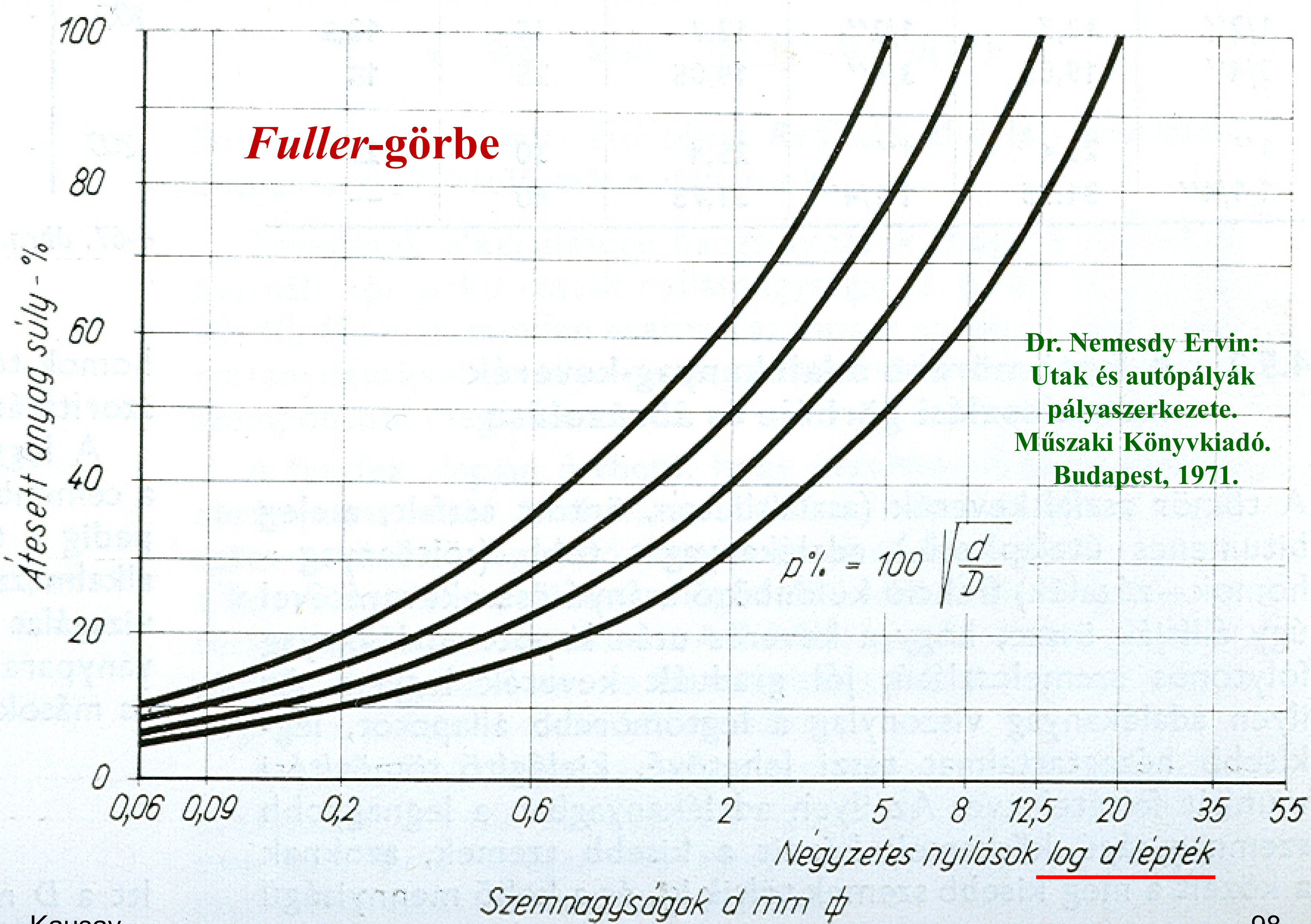
$$\alpha + \beta = 1 \quad \beta = 1 - \alpha$$

Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

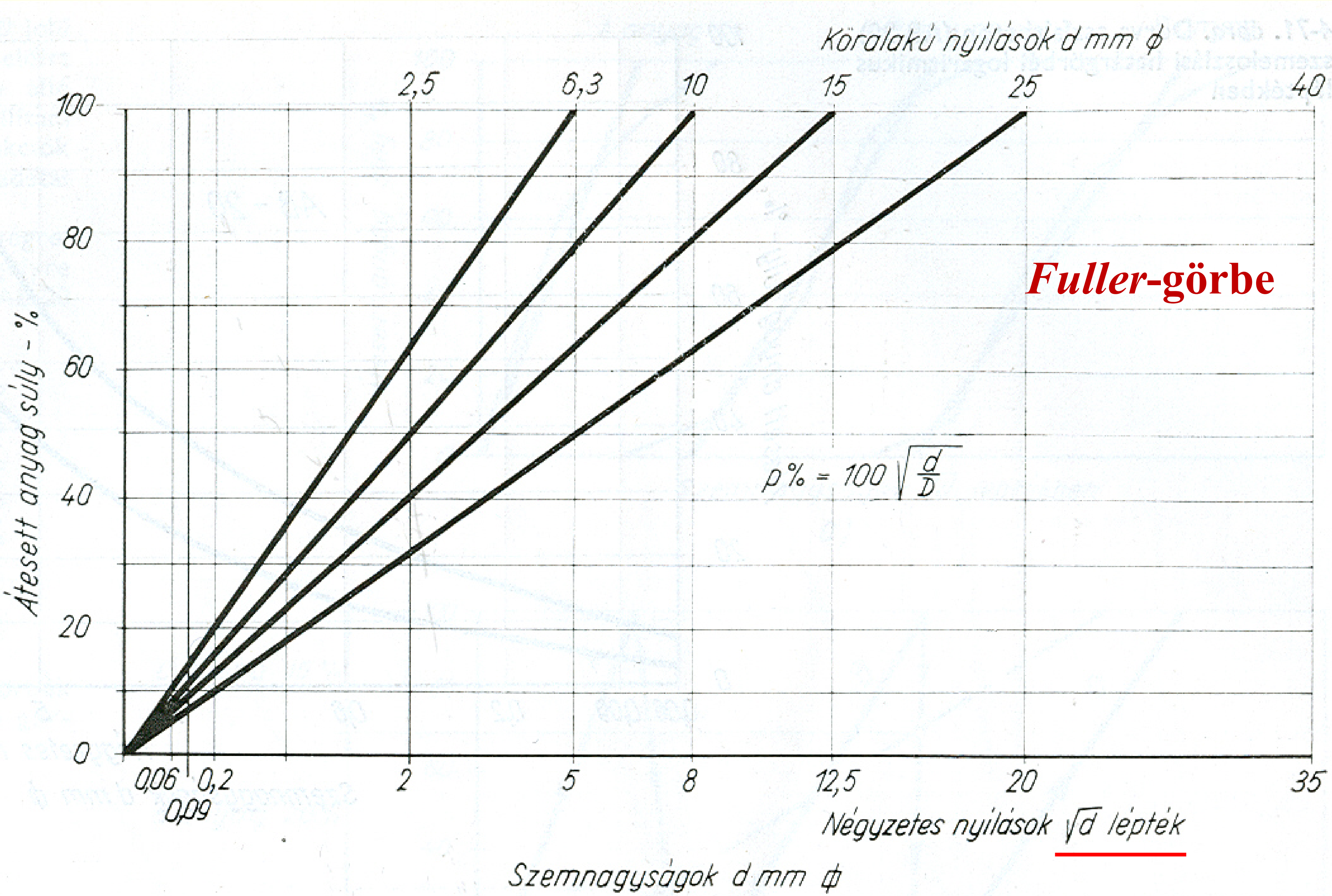


4-68. *ábra.* A legtömörebb adalékanyag szemeloszlási görbéi több maximális szemnagyságon, Fuller—Rotfuchs szerint, lineáris léptékben

Fuller-görbe



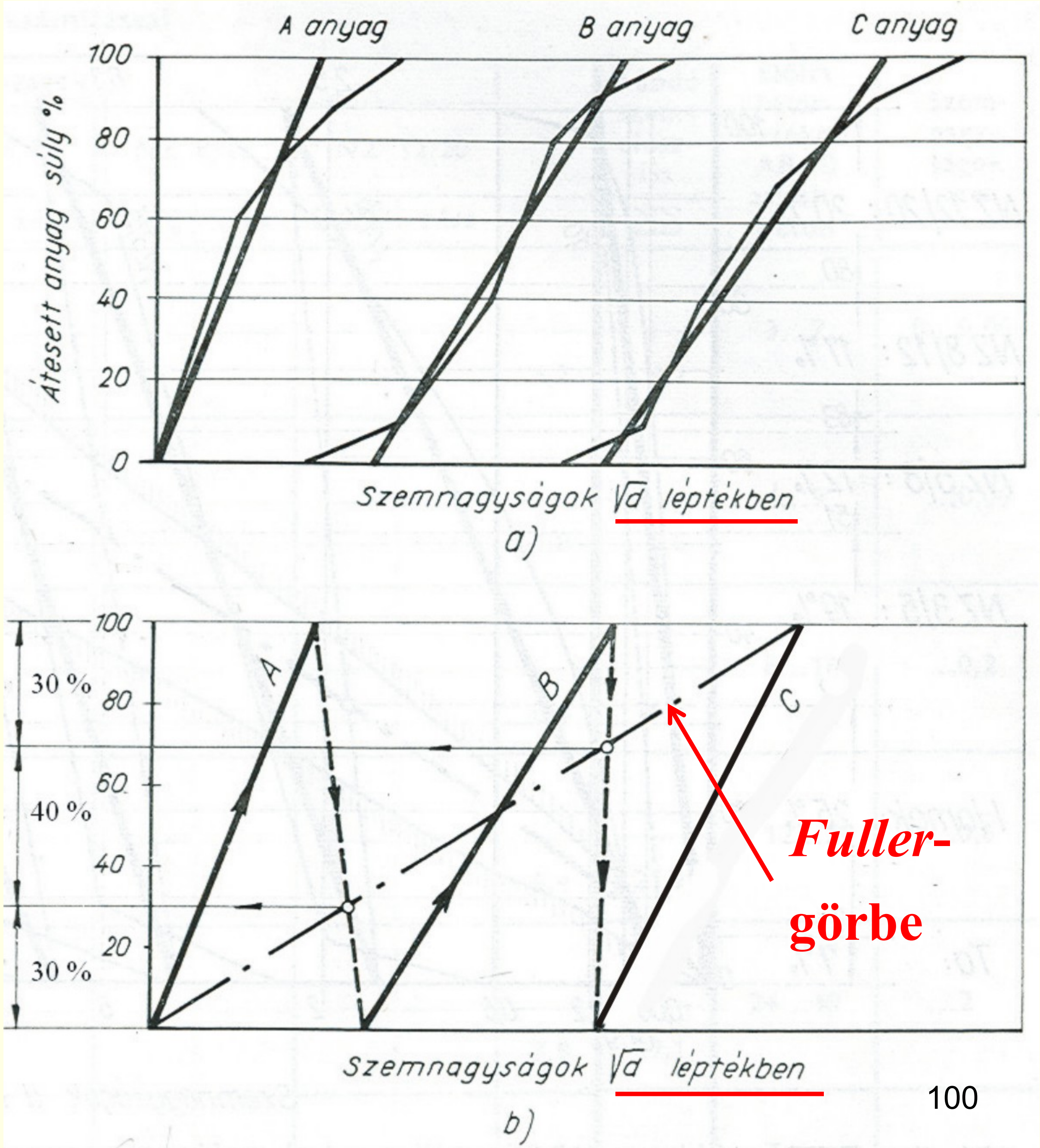
Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

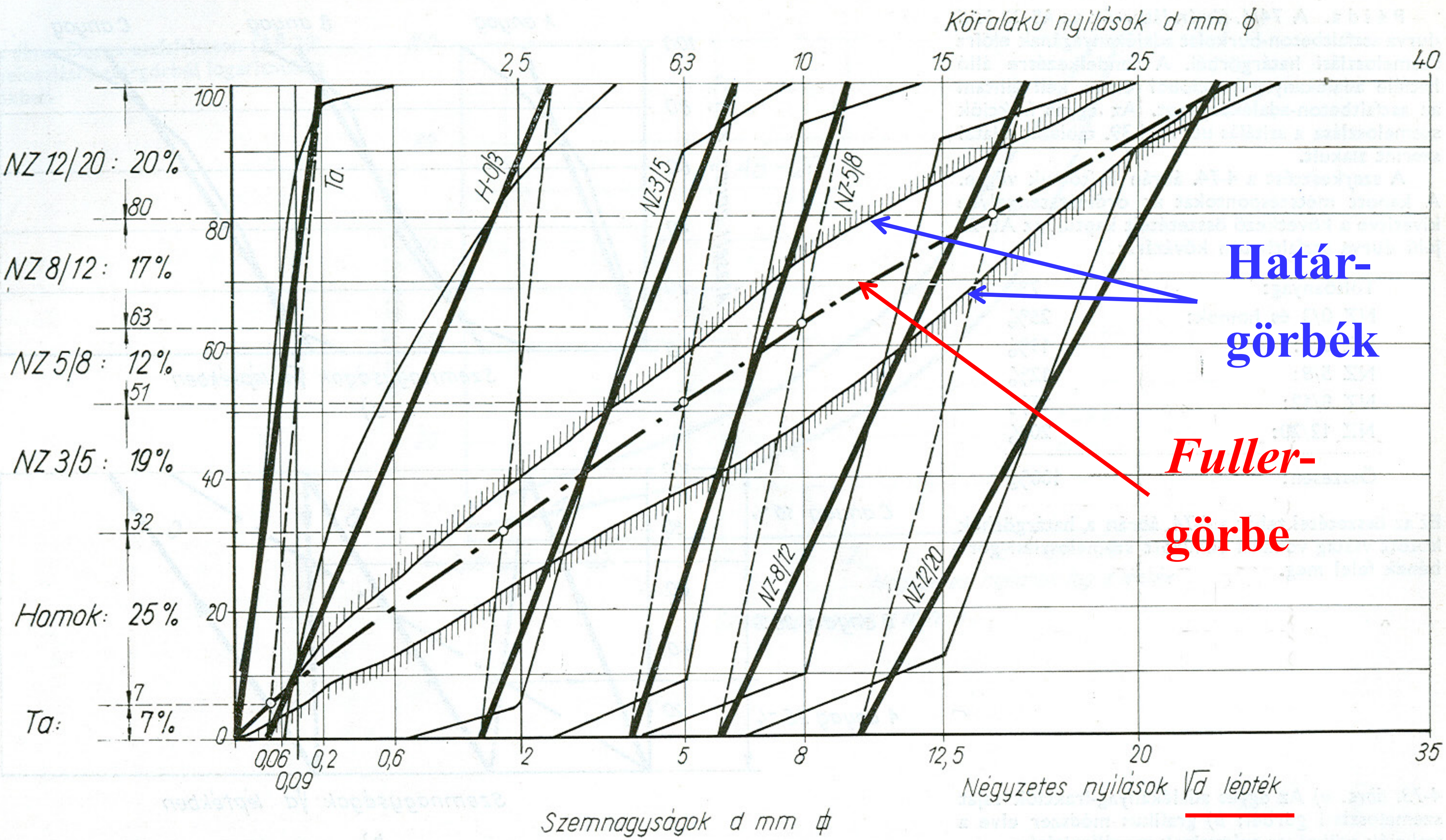


Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete.
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

Az adalékanyag frakciók részarányának tervezése ***Rotfuchs*-féle szerkesztéssel úgy, hogy az eredő (a tervezett keverék) szem-megoszlási görbéjének alakja *Fuller*-görbe (*Fuller*-parabola) legyen.**





4-74. ábra. Durva aszfaltbeton (AB-20) adalékanyagának grafikus megtervezése 6 különböző frakcióból adott szemeloszlási határgörbék közé (példa)

Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

Látszóbetonok ajánlott lépcsős szemmegoszlási görbéje a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 15. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)

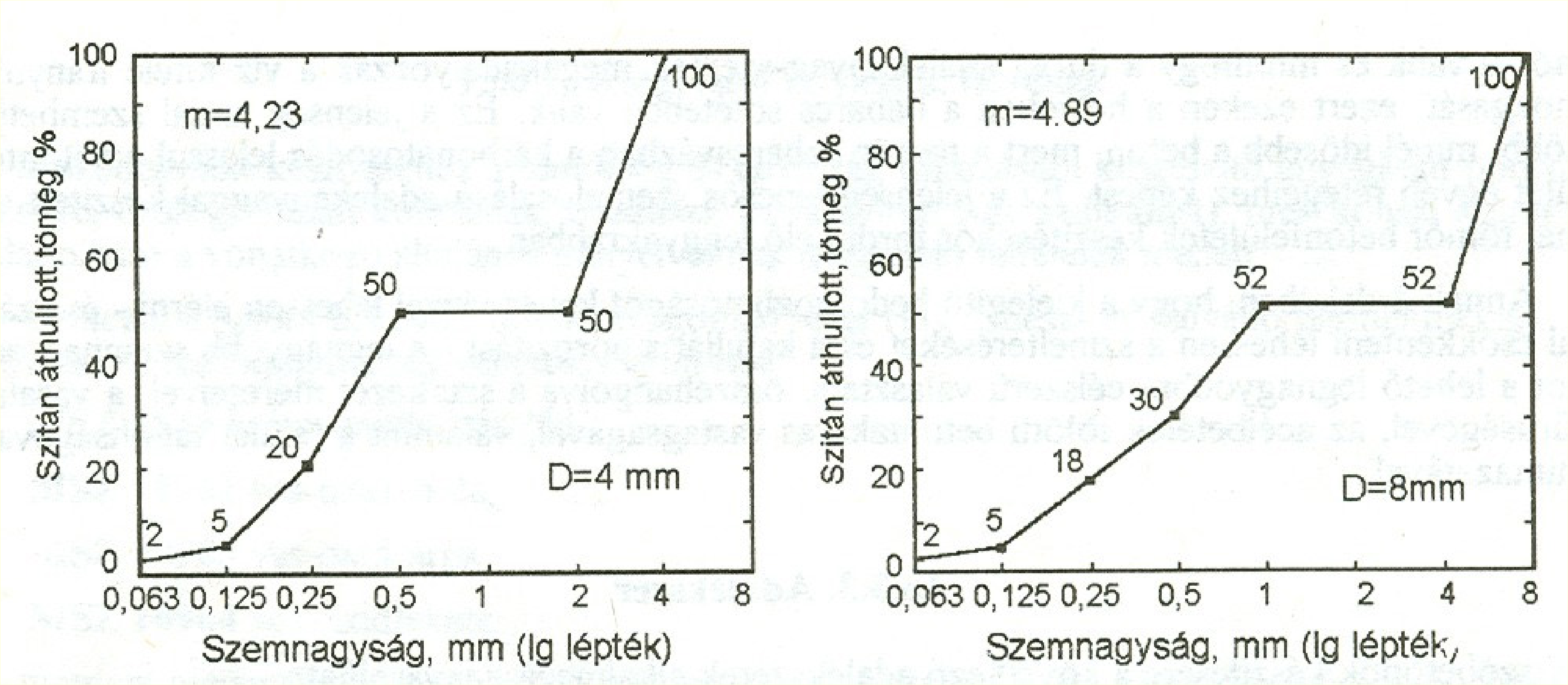
Adalékanyag-szemes látszóbeton felületek legkedvezőbben lépcsős szemmegoszlású adalékanyaggal készíthetők.

A túlságosan sok finomrészt (0,25 mm alatti szemeket) tartalmazó homokkal készített látszóbetonfelületeken a kavicsszemek látványa a karbonátosodás előrehaladtával esetenként egyre inkább átüthet. A jelenség lépcsős szemmegoszlású adalékanyaggal készített sima, tömör látszóbetonfelületek készítése során fordul elő a leggyakrabban. Ennek oka valószínűleg a vékony felületi habarcsréteg gyors vízvesztése, amelynek veszélye későbbi kizsaluzással, hosszabb utókezelési idővel csökkenthető.

A sima, tömör látszóbetonfelületek színe elsősorban a homok színétől függ, ezért a színegyenletesség érdekében a teljes homokmennyiséget egy kotrásból, egy lelőhelyről egyszerre célszerű beszerezni.

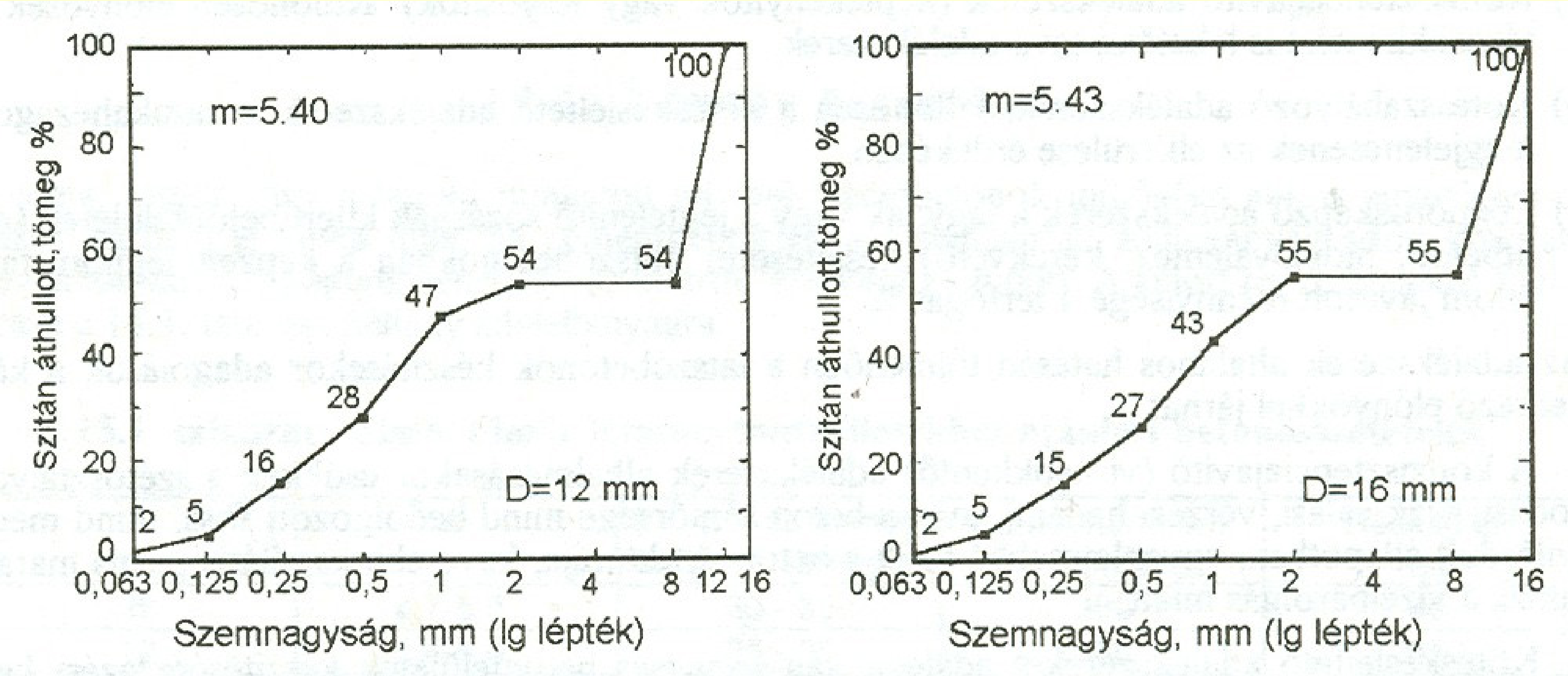
Látszóbetonok ajánlott lépcsős szemmegoszlási görbéje a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 15. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)



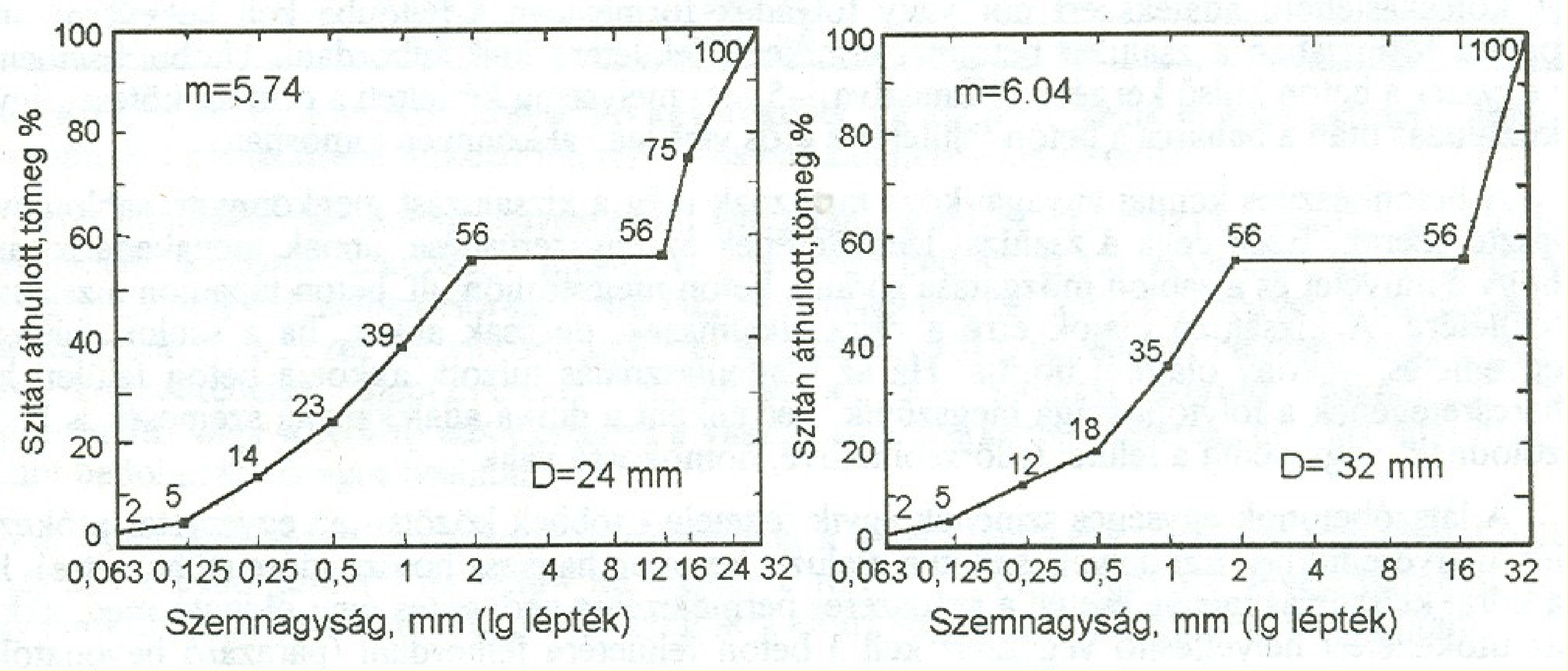
Látszóbetonok ajánlott lépcsős szemmegoszlási görbéje a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 15. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)



Látszóbetonok ajánlott lépcsős szemmegoszlási görbéje a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 15. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)



Vízzáró betonok finomrésztartalma a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 8. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)

A vízzáróság elsősorban a beton tömöttségétől függ. Ezért fontos, hogy a beton elegendő mennyiségű lisztfinomságú (0-0,25 mm-es) szemcsét tartalmazzon, amelyre vonatkozó követelmények a 8.2. táblázat szerintiek.

8.2. táblázat: Szükséges finomrésztartalom jól bedolgozható, vízzáró betonkeverékekhez

Legnagyobb szemnagyság, mm	Betömörített friss beton lisztfinomságú (0-0,25 mm homok + cement) szemcséinek szükséges tömege, kg/m3	
	légbuborékképző nélkül	légbuborékképzővel
8	525	470
12	485	435
16	450	400
24	415	370
32	380	340
48	350	320
63	320	290

A táblázatból következik, hogy célszerű olyan folyamatos szemeloszlású adalékanyagot előírni, amelynek a szemeloszlási görbéje az **MSZ 18293** szerinti **B** görbék közelében halad (lásd 3.2. fejezet, 3.4-3.13 ábrákat). Ha a gazdaságosan beszerezhető adalékanyagok 0,25 mm alatti szemcsetartalma lényegesen kevesebb, mint a szabvány szerinti érték, akkor a hiányzó finomliszt mennyiségének a pótlására inert ásványi por (pl. mészkőliszt) alkalmazását kell előírni.



SZILIKÁTIPARI KÖZPONTI KUTATÓ ÉS TERVEZŐ INTÉZET

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Dombi József
tudományos munkatárs

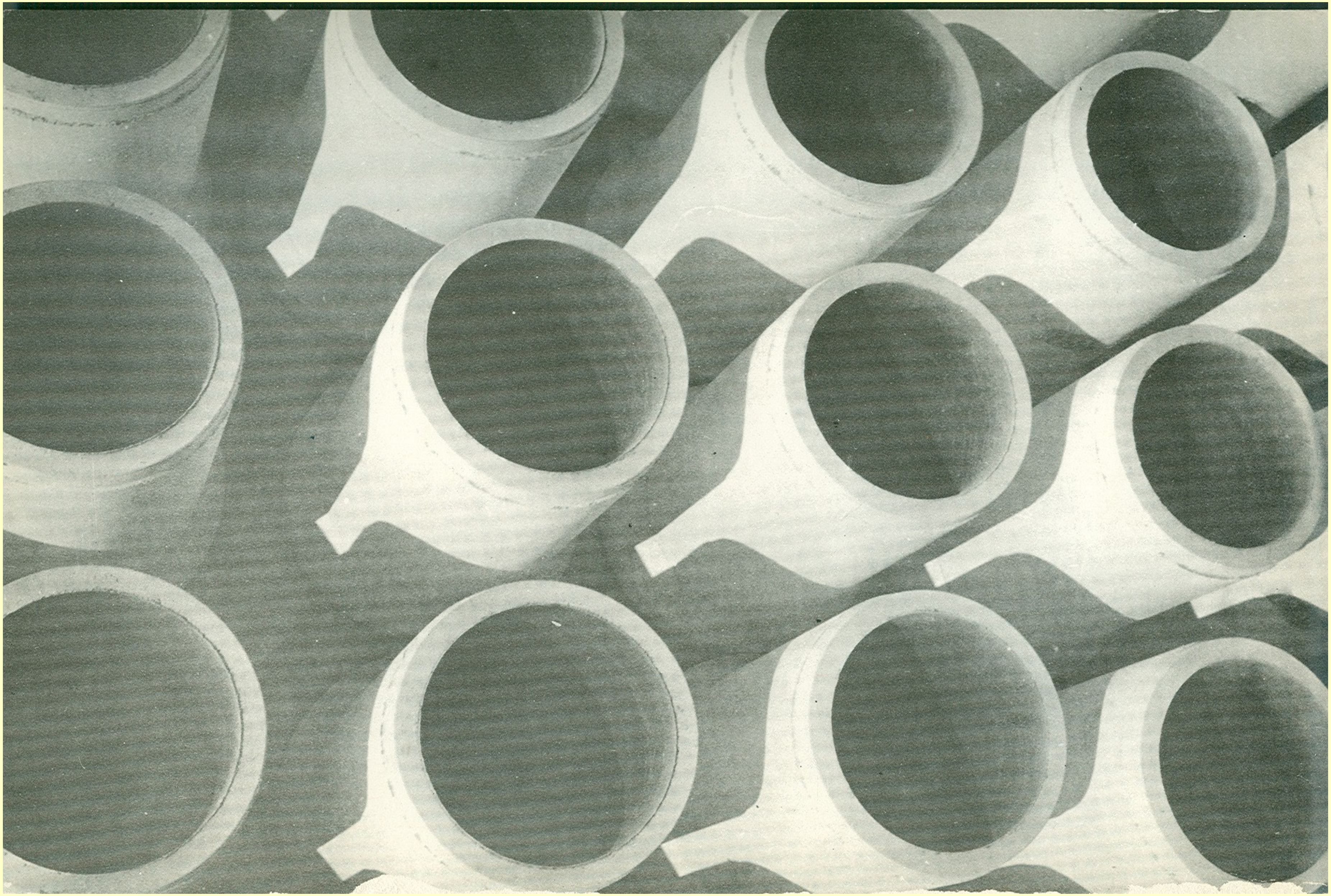
VÍZZÁRÓ BETON

29

ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT
BUDAPEST, 1969.

Vízzáró betonokkal
mintegy ötven évvel ezelőtt (1969) a nagyméretű SIOME-betoncsövek gyártásának előkészítéséhez *Dombi József* végzett részletekbe menő kísérleteket.

Dombi Józsefnek
a kísérleti eredményekből levont, sokak által idézett főbb következtetései a következő diakockákon láthatók, olvashatók.



SIOME acélszál-erősítésű betoncsövek (Mélyépítő Vállalat, 1977.)

A csövek hossza 2,4 m, belső átmérője 1,00 m, 1,25 m és 1,50 m

I. oszt.

0 - 1 mm-es rész	15 suly%
1 - 5 mm-es rész	20 suly%
5 - 15 mm-es rész	30 suly%
15 - 30 mm-es rész	35 suly%
	100 suly%

II. oszt.

0 - 1 mm-es rész	26,04 suly%
1 - 5 mm-es rész	24,09 suly%
5 - 15 mm-es rész	27,24 suly%
15 - 30 mm-es rész	22,63 suly%
	100,00 suly%

III. oszt.

0 - 1 mm_es rész	37,5 suly%
1 - 5 mm-es rész	22,5 suly%
5 - 15 mm-es rész	20,0 suly%
15 - 30 mm-es rész	20,0 suly%
	100,00 suly%

***Dombi József*: Vízzáró beton. SZIKKTI 29. sz. tudományos közleménye. ÉTK. Budapest, 1969.**

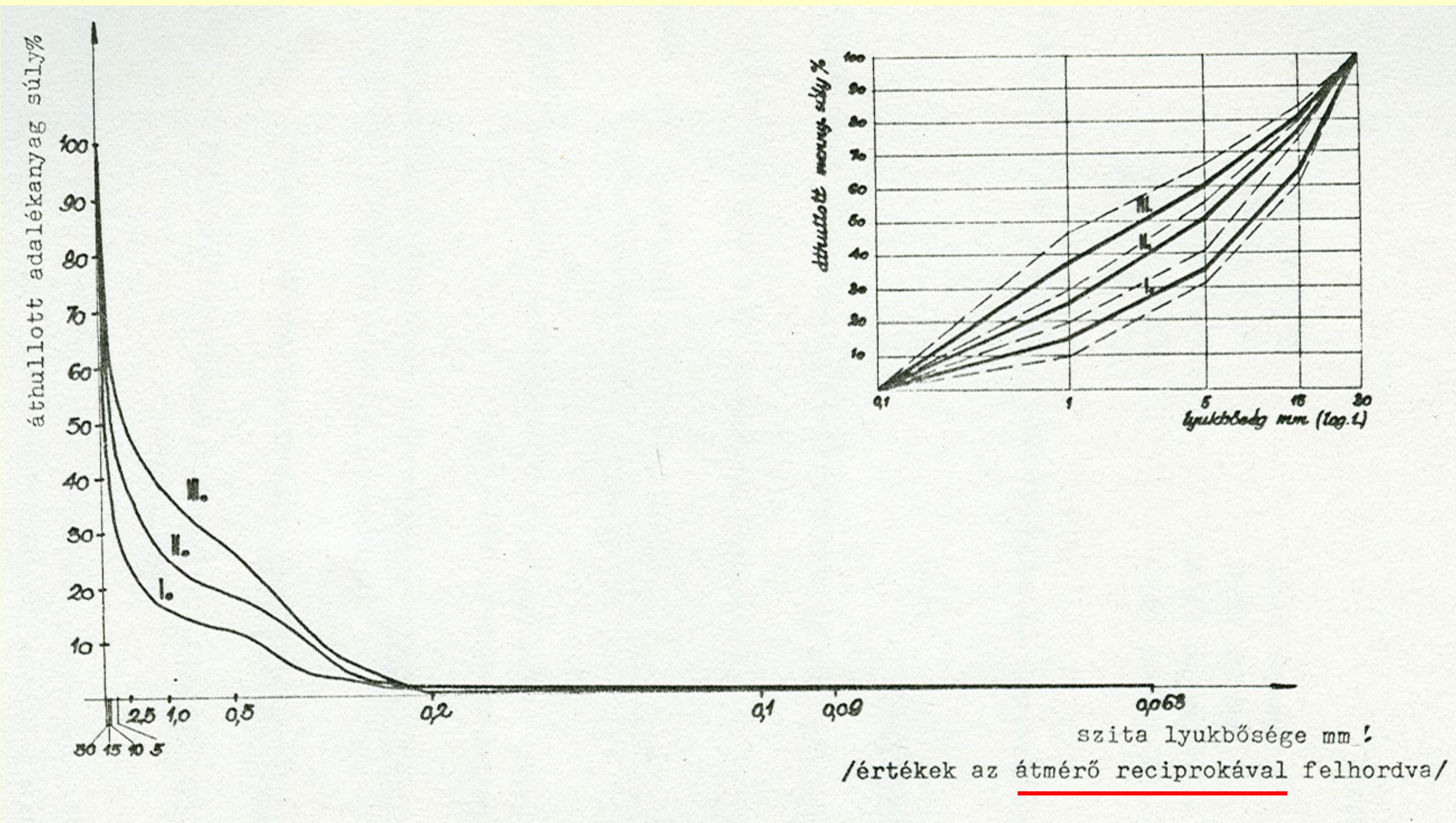
A kísérleti betonok adalékanyagának szemmegoszlása.

A szemnagyságok körlyukú szitán értendők.

A súly%-nak ma a tömeg% felel meg.

A 15-30 mm-es rész tarcali zúzott andezit.

Dombi József: Vízzáró beton.
SZIKKTI 29. sz. tudományos közleménye. ÉTK. Budapest, 1969.



A kísérleti adalékanyagok szemmegoszlási görbéje

Dombi József: **Vízzáró beton.**
SZIKKTI 29. sz. tudományos közleménye. ÉTK. Budapest, 1969.

Ha a kapott eredményeket összevetjük, az alábbi megállapitásokat tehetjük;

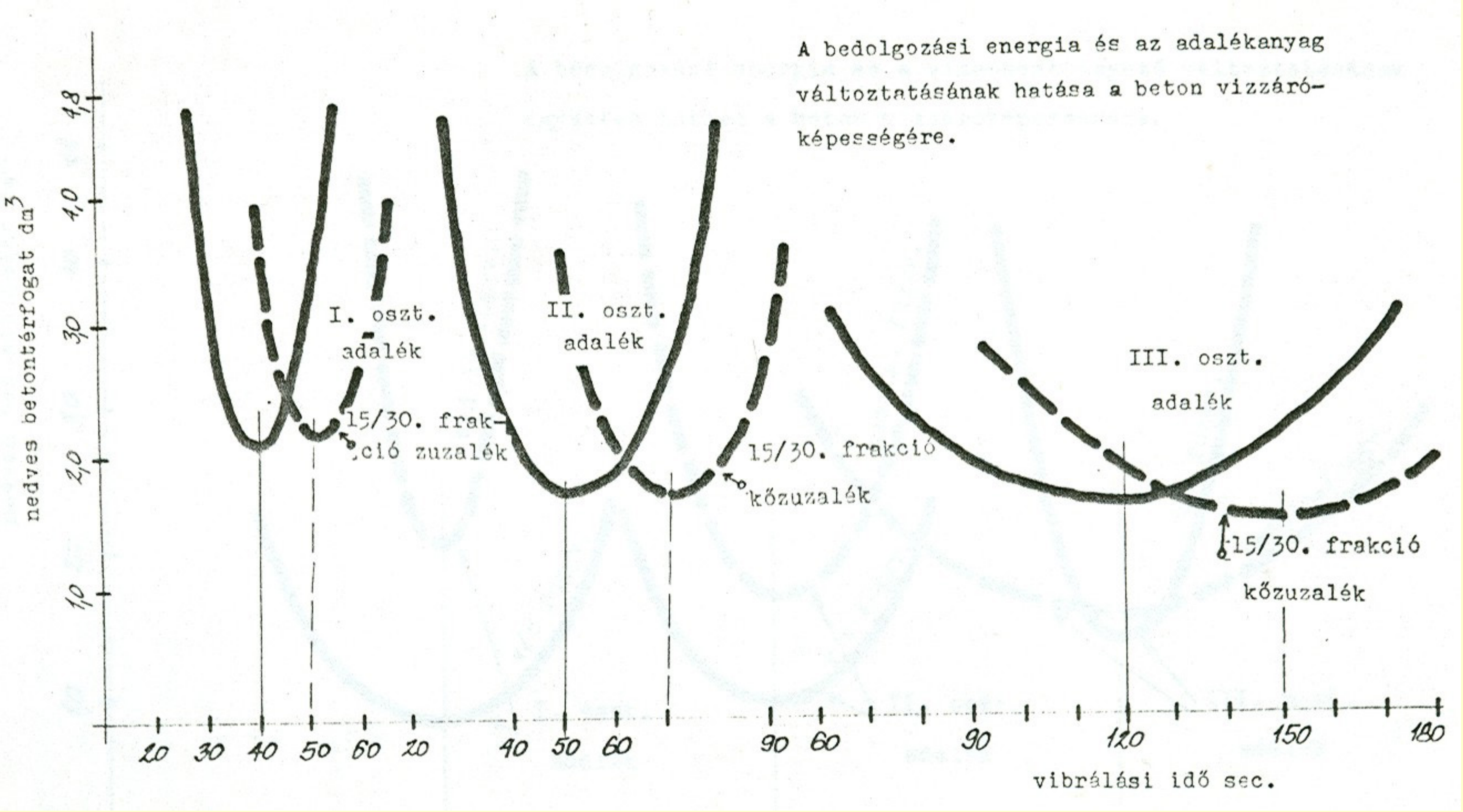
a/ Az adalékanyag fajlagos felületének növekedésével-vizzáróság szempontjából - a beton vizérzékenysége növekszik, és az elérhető optimumnak értéke pedig romlik;

b/ Az adalékanyag fejlagos felületének növekedésével-vizzáróság szempontjából - a beton bedolgozási érzékenysége csökken és az elérhető optimumnak értéke javuló tendenciát mutat;

c/ A viz és a bedolgozási érzékenység ellentétes tendenciája miatt a három vizsgálat szemszerkezet közül a II. oszt. adta az optimumot.

szemmegoszlás

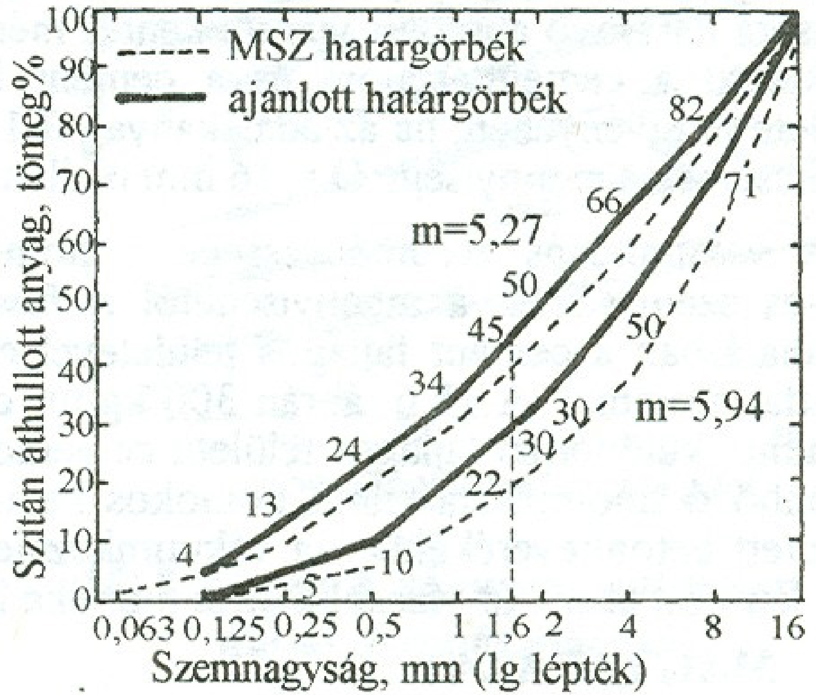
Dombi József: Vízzáró beton.
SZIKKTI 29. sz. tudományos közleménye. ÉTK. Budapest, 1969.



Vákuumbetonok adalékanyagának ajánlott határgörbéi a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 18. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: ***Dr. Ujhelyi János***, **ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)**

Az adalékanyag folyamatos szemeloszlású legyen, tegye lehetővé a beton kismértékű ülepedését a vákuumkezelés hatására, valamint a sűrű hajszálcsőrendszer képződését. Ezeket a feltételeket az agyag-iszap tartalom szempontjából (lásd Előírás 3.4. fejezet) "p" jelű termékek elégítik ki, ha a legnagyobb szemnagyság tizedrészénél kisebb szemcsék tömegaránya 0,3-0,45 között van (pl. D = 24 mm legnagyobb szemnagyság mellett a 0-2,4 mm méretű szemcsék mennyisége a teljes adalékanyag-halmazban legalább 30 tömeg % és legfeljebb 45 tömeg % legyen). Néhány ajánlott szemeloszlási görbét mutat a 18.3. és a 18.4. ábra D = 16 és D = 32 mm legnagyobb szemnagyságokra.



18. 3. ábra : Vákuumbeton adalékanyagának (D=16 mm) ajánlott határgörbéi

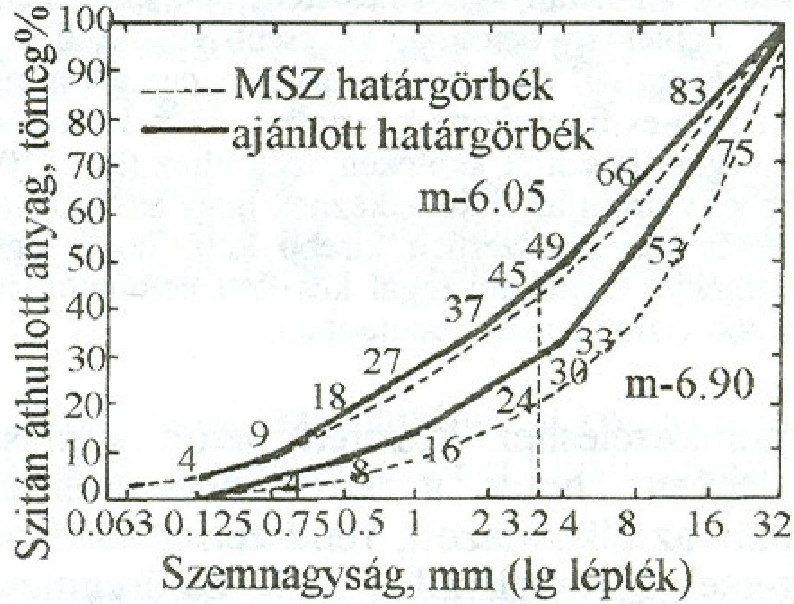
Vákuumbetonok adalékanyagának ajánlott határgörbéi a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 18. fejezete szerint (MÉASZ = Magyar Építőanyagipari Szövetség)

Szerző: *Dr. Ujhelyi János*, ÉTI (Építéstudományi Innovációs Kft.)

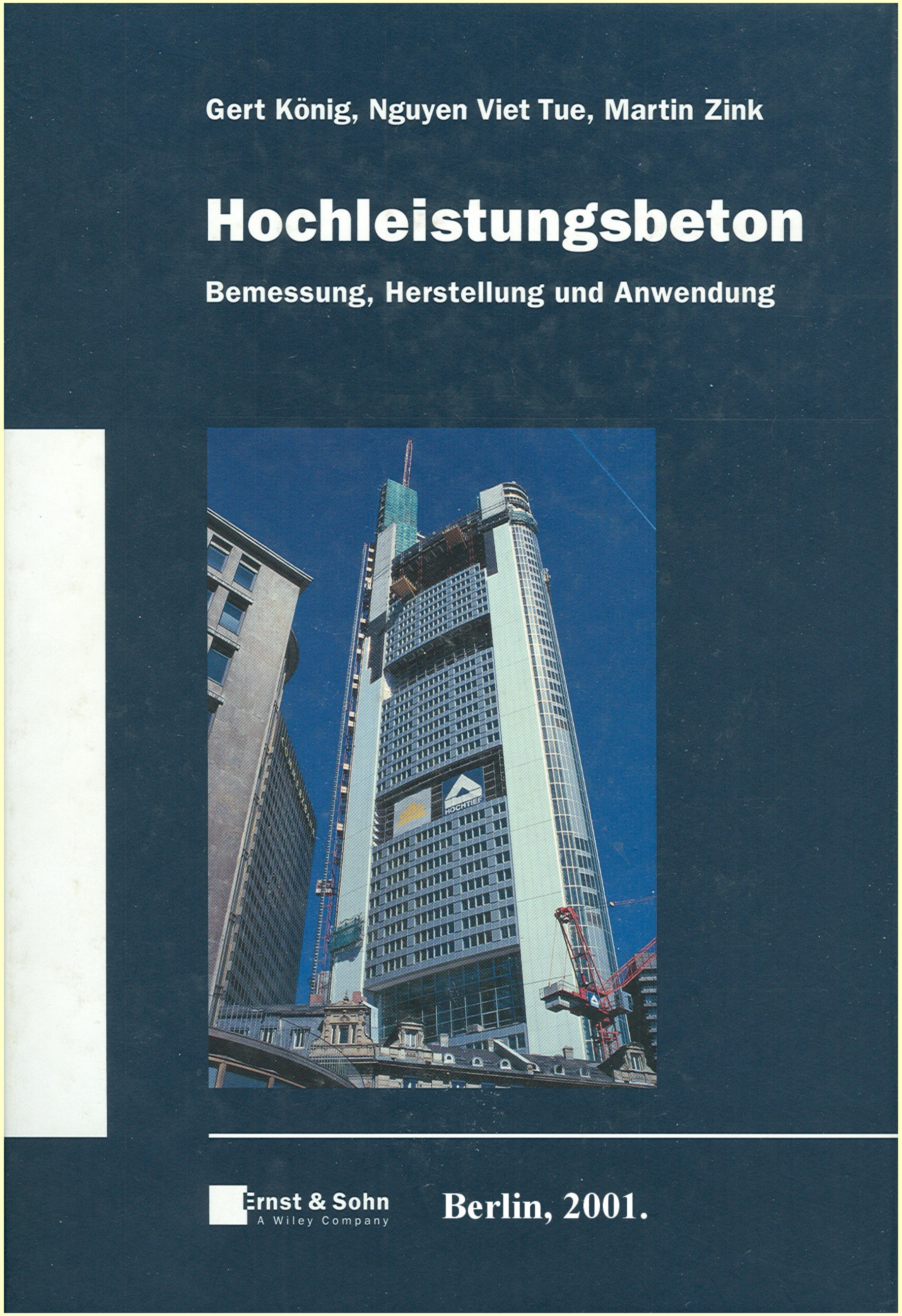
Felhasználható minden, a szokványos betonokhoz alkalmas tömör adalékanyag (folyami vagy bányakavics, zúzottkő), ha szemcsepórustartalma kisebb, mint 2 térfogat % és minősége megfelel a vonatkozó előírásoknak.

MAGYARÁZAT:

A vákuumozás eredményessége mind a homokszegény, mind a túl sok finomrészt tartalmazó adalékanyag alkalmazásakor jelentős mértékben romolhat. Az előző esetben a vákuumozás hatására a finomrészek a vízzel együtt elmozdulhatnak és a szívózsaluzat alatt feldúsulhatnak (a bedolgozott beton szétosztályozódhat), utóbbi esetben pedig a vízleadás mérséklődik.



18. 4. ábra : Vákuumbeton adalékanyagának (D=32 mm) ajánlott határgörbéi



Nagyszilárdságú beton *

König et al. (2001) szerint a nagyszilárdságú beton adalékanyagának szemmegoszlási görbéje az „A” és „B” határgörbe között helyezkedjék el az „A” határgörbe közelében, de 0,25 – 2,00 mm között súrolja a „B” határgörbét.

A 0,125 mm, legfeljebb 0,25 mm alatti finomszemek mennyisége kevés legyen.

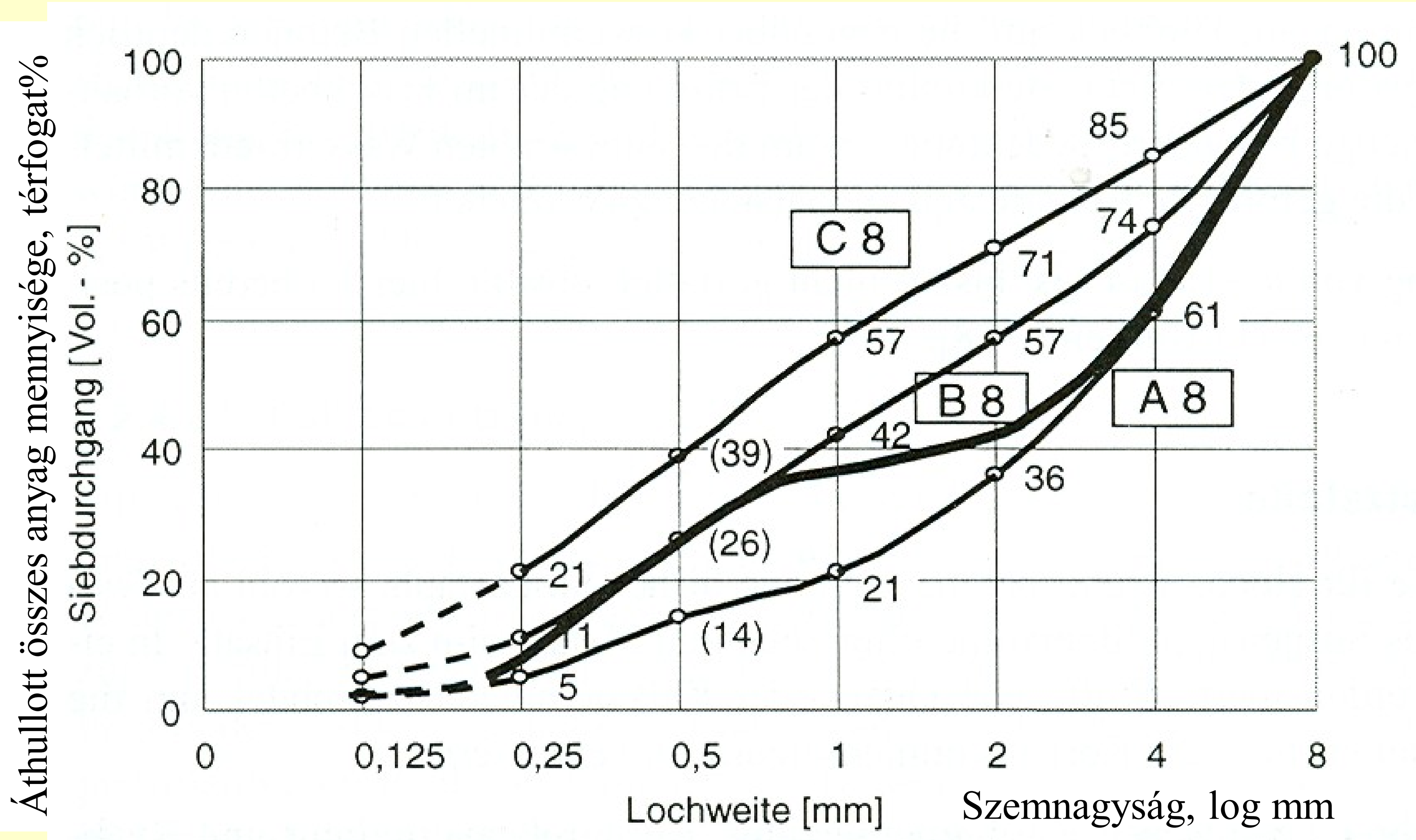
A beton tömörsége érdekében a legnagyobb szemnagyság általában 8 mm és 16 mm közé essék, bár készítettek már 32 mm legnagyobb szemnagysággal is jó minőségű nagyszilárdságú betont.

Az adalékanyag szemek szemalakja, különösképpen zúzottkövek esetén zömök legyen. Nagyszilárdságú beton készítéséhez Németországban az ún. „éles szemű” homok is bevált.

* Nagyszilárdságú beton alatt mi az elterjedten „nagyteljesítményű beton”-nak nevezett betont értjük (megjegyezve, hogy a betonnak nincs teljesítménye).

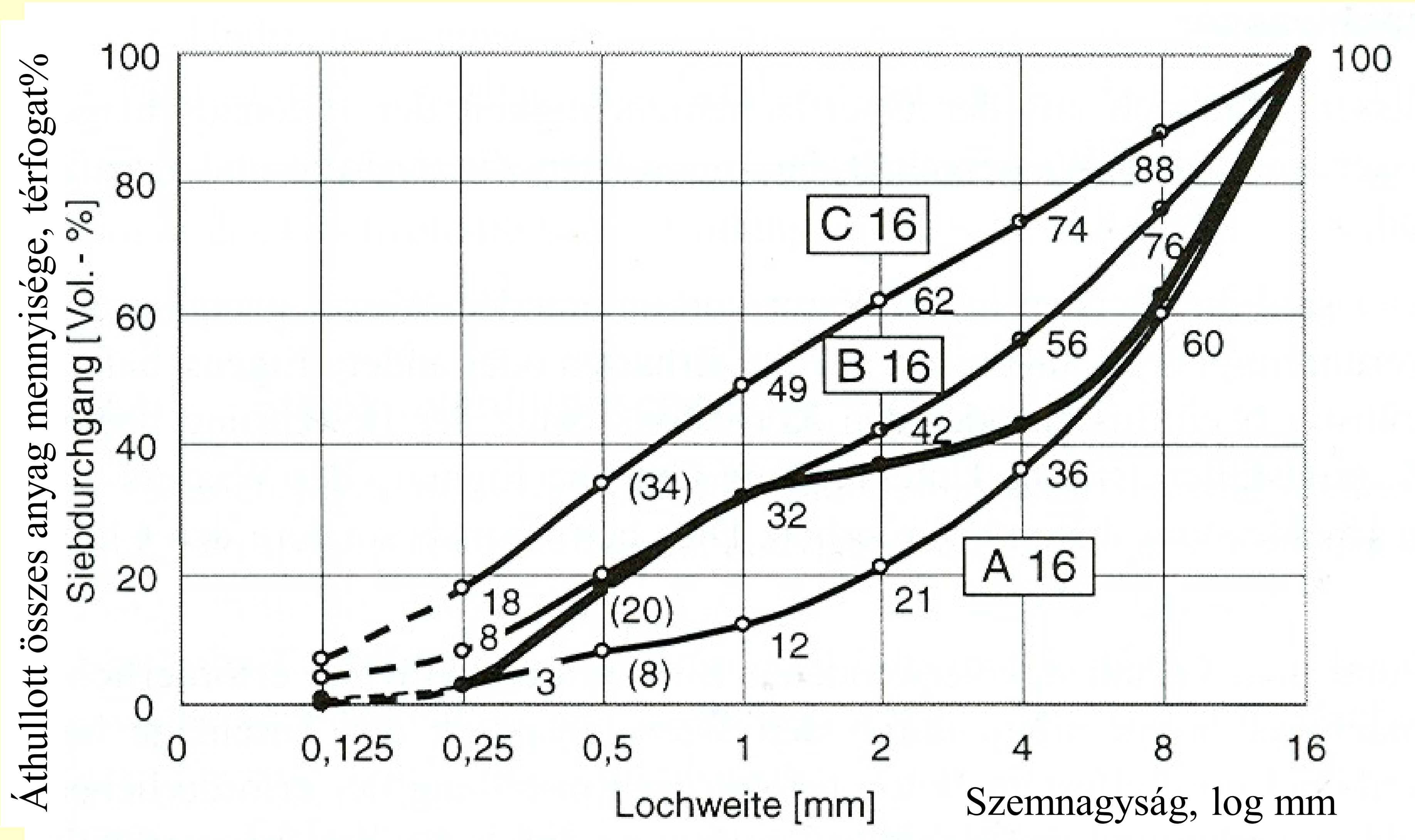
A nagyszilárdságú beton adalékanyagának ajánlott szemmegoszlási görbéje D_{max} = 8 mm esetén, *König* et al. (2001) szerint

(A szemmegoszlási görbe lépcsős jellegű)



A **nagyszilárdságú beton** adalékanyagának ajánlott szemmegoszlási görbéje D_{max} = 16 mm esetén, *König* et al. (2001) szerint

(A szemmegoszlási görbe lépcsős jellegű)





A SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETONOK SZABVÁNYOSÍTOTT VIZSGÁLATAI

*Ph.D. Kausay Tibor**
BETONOPUS Betontechnológiai és Kőzetalkalmazástani Mérnökiroda Bt
1093 Budapest, Közraktár u. 24.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szálerősítésű betonok alkalmazásának feltétele, hogy tulajdonságait m... k és vizsgálatát szabatosan, megismételhetően, összehasonlíthatóan ... k. E törekvésünkben tájékozódni szükséges a nemzeti szabványok és ... előírások felől, meg kell vizsgálni közös elemeiket és különbségeiket. Enn... elemeztünk 39 műszaki dokumentumot, megkíséreltük rendszerezésüket ... uk érdekesebb intézkedéseiket, azokhoz esetenként megjegyzéseket fűztü... ka hátteréül a *T 007382 számú OTKA* kutatási téma szolgált (*Kausay 199*...

1. BEVEZETÉS

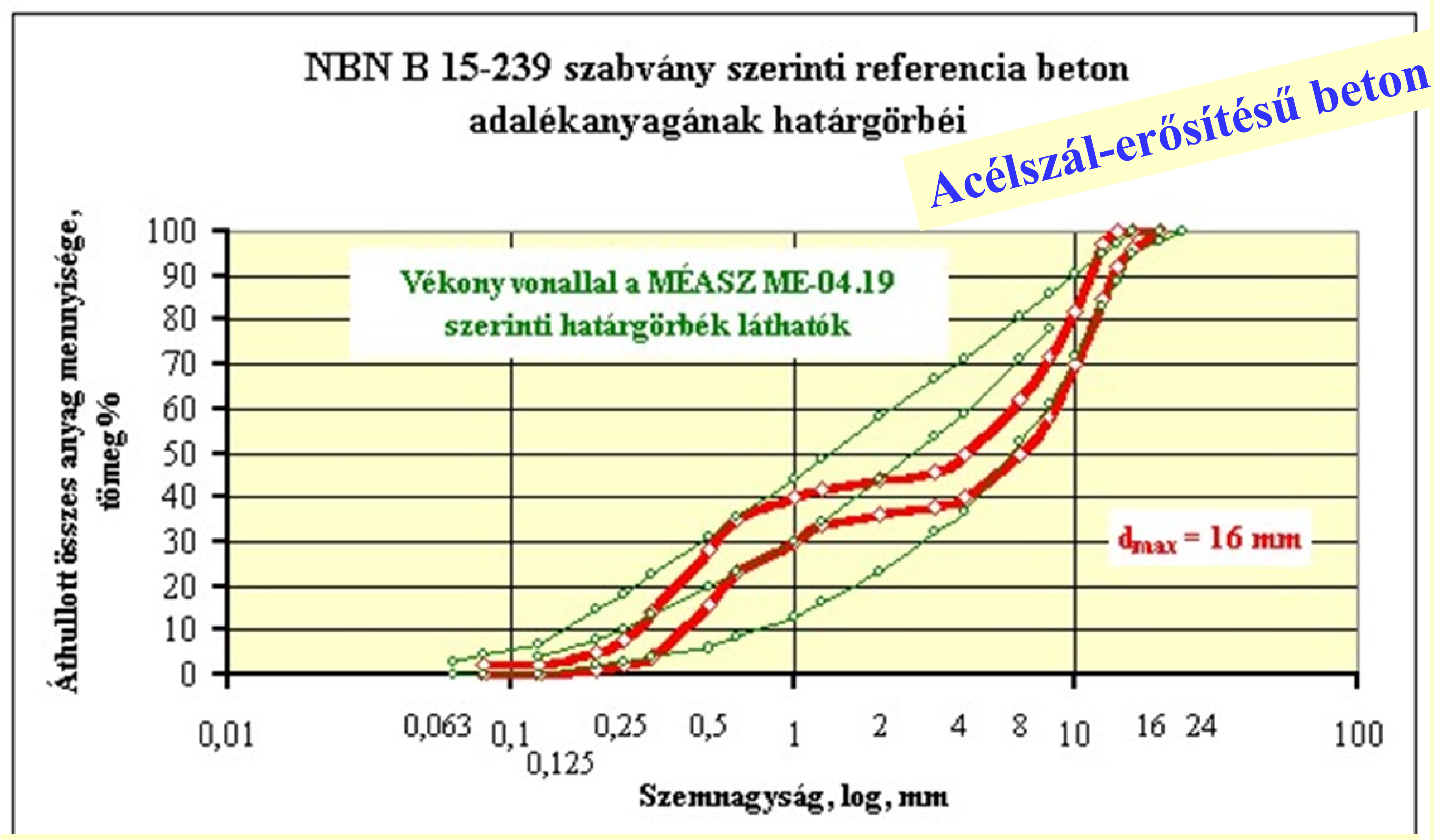
A szálerősítésű beton használatának kezdetét ... teszik, amikor is *A. Berand* fémhulladékot kevert a betonba, és ezt az el... alkalmaztatta (*Nemegeer - Teutsch 1993*). A fejlődés első periódusa 1960 ... és azt a szálerősítésű beton ritka alkalmazása jellemzi. Használata a m... ódus kezdetén, az 1960-as évek elején lendült fel. Hazánkban mind az ..., mind a publikálás, mind a szabvány készítés terén dr. Szabó Iván mu... (*Szabó 1976*) és akadtak követői is (*Dombi 1976*). Húsz év elteltével má... eszélhettünk arról, hogy a harmadik periódus ránk köszöntött. Egyre ... körben végeztek kutatásokat és napjainkra a szálerősítésű beton sokf... asát dolgozták ki és valósították meg.
Ez az érdeklődés arra ... issza, hogy a beton és a szálerősítésű beton szilárdság-alakváltozási anya... különbözik egymástól. A beton szilárdságtani és alakváltozási s... rugalmas-kvázi-képlékeny anyag, amelyben a kvázi-képlékeny fá... kő képviseli. Megfelelő minőségű és mennyiségű szál hatására megváltozi... kő törési alakváltozása, a beton megrepedése után gyakorlatilag képléke... edik, elveszti ridegségét, szívóssá válik, alkalmazható rá az ideálisan rugal... eny anyagmodell. A szívósság egy kifejezetten negyedik dimenziós jel... ynek beton és vasbeton szerkezeteinkben alapvető jelentősége van.

...ZETI SZABVÁNYOK ÉS MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK BEMUTATÁSA

... szálerősítésű betonok számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, hátrányuk azonban, hogy e tulajdonságok nehezen ismerhetők meg és bonyolultan vagy a megszokotthoz képest másképp vizsgálhatók. Ennek tulajdonítható a bőséges irodalom és a szabványok nagy száma. Az utóbbiakat az *1. táblázatban* tekintjük át.

*okl. építőmérnök, okl. vasbetonépítési szakmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, címz. egyetemi docens, irodavezető

Beton erősítő acélszálak jellemzéséhez készítendő hajlító-húzószilárdság vizsgálati próbatestek referencia betonja adalékanyagának NBN B 15-239:1992 belga szabvány szerinti szemmegoszlási határgörbéi



A szemmegoszlási görbe elhelyezkedése hasonlít a nagyszilárdságú beton adalékanyaga szemmegoszlási görbéjének elhelyezkedéséhez, annál is erősebb lépcsős jelleggel

Zúzottkő és zúzottkavics termékek szemnagysága az ÚT 2-3.601-1:2008 (e-UT 05.01.12) útügyi műszaki előírás szerint Magyarországon, az MSZ EN 13043:2003 aszfaltadalékanyag szabvány figyelembevételével

Ezt az útügyi műszaki előírást társaival együtt 2018-ban visszavonták.


e-UT 05.01.15:xxxx

Az új MAÚT adalékanyag útügyi műszaki előírás előlapja

ÚT- ÉS KÖZÚTIMŰTÁRGY-ÉPÍTÉSI KŐANYAGHALMAZOK

2018. Terjedelem: 74 oldal

Tárgya:

- **Utak, repülőterek, valamint hídburkolatok aszfaltkeverékeihez, felületi bevonataihoz,**
- **kötőanyag nélküli és (gyengén) hidraulikus kötőanyagú útpályaszerkezeti alaprétegekhez,**
- **út- és hídépítési pályabetonok, valamint**
- **közúti műtárgyak betonjainak**

építéséhez és fenntartásához használt

- **természetes és mesterséges eredetű, valamint**
- **újrahasznosított *kőanyaghalmazok***

kőzetfizikai, szemszerkezeti, tisztasági követelményei.

Az új e-UT 05.01.15:2018 „Út- és közúti műtárgyépítési kőanyaghalmazok” című útügyi műszaki előírás a

- **KZ jelű különleges zúzottkő,**
- **NZ jelű nemes zúzottkő,**
- **Z jelű zúzottkő,**
- **ZK jelű zúzottkavics,**
- **OH jelű osztályozott homok,**
- **OK jelű osztályozott kavics és**
- **HK jelű homokos kavics**

termékeket különbözteti meg, és foglalkozik az újrahasznosított kőanyaghalmazokkal is.

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		KZ jelű zúzottkő frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)									
		KZ 0/2 (G_F 85, f_{10}, MB3)	KZ 0/4 (G_F85, f_6, MB3)	KZ 2/4 (G_G85/15, f_1,)	KZ 4/8 (G_C90/15, GT_C 20/15, f_1, FI_{20})	KZ 4/11 (G_C90/15, GT_C 20/15, f_1, FI_{20})	KZ 8/11 (G_C90/15, f_1, FI_{20})	KZ 11/16 (G_C90/15, f_1, FI_{20})	KZ 11/22 (G_C90/15, GT_C 20/15, f_1, FI_{20})	KZ 16/22 (G_C90/15,f_1, FI_{20})	KZ 22/32 (G_C90/15, f_1, FI_{20})
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	98	98	95	98	98	98	98	98	98	98
	Névleges felső méret (D) átesett rész	85-99	85-99	85-99	90-99	90-99	90-99	90-99	90-99	90-99	90-99
	Közbenső ellenőrző szita (D/1,4) átesett rész *	-	-	-	20-70	20-70	-	-	20-70	-	-
	Névleges alsó méret (d) alatti rész legfeljebb	-	-	15	15	15	15	15	15	15	15
	Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita (d/2) alatti rész legfeljebb	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	10	6	1	1	1	1	1	1	1	1
Lemezes szemek mennyisége 4 mm felett legfeljebb (tömeg%)		-	-	-	20	20	20	20	20	20	20
Kifolyási tényező, Ecs		Megadandó		-	-	-	-	-	-	-	-
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	2D	4	8	8	16	22,4	22,4	31,5	45	45	63
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	1,4D	-	-	5,6	11,2	16	16	22,4	31,5	31,5	45
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	D/1,4	-	-	-	5,6	8	-	-	16	-	-
Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	d/2	-	-	1	2	2	4	5,6	5,6	8	11,2

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		NZ 0/2 (G_F85, f_{16}, MB10)	NZ 0/4 (G_A85, f_{10}, MB10)	NZ 4/8 ($G_C85/15$, GT_C 20/15, f_2, FI_{35})	NZ 4/11 ($G_C85/15$, GT_C 20/15, f_2, FI_{35})	NZ 4/22 ($G_C85/15$, GT_C 20/17,5, f_2, FI_{35})	NZ 8/11 ($G_C85/15$, f_2, FI_{35})	NZ 8/32 ($G_C85/15$, f_2, FI_{35})	NZ 11/16 (GC85/15, f_2, FI_{35})	NZ 11/22 ($G_C85/15$, GT_C 20/15, f_2, FI_{35})	NZ 22/32 ($G_C85/15$, f_2, FI_{35})
		NZ jelű zúzottkő frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)									
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	-	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méret (D) áthullott rész	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Közbenső ellenőrző szita (D/2 vagy D/1,4) átesett rész	-	-	20-70	20-70	20-70	-	-	-	20-70	-
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges alsó méret (d) alatti rész legfeljebb	-	-	15	15	15	15	15	15	15	15
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita (d/2) alatti rész legfeljebb	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	16	10	2	2	2	2	2	2	2	2
Lemezes szemek mennyisége 4 mm felett legfeljebb (tömeg%)		-	-	35	35	35	35		35	35	35
Kifolyási tényező, Ecs		Megadandó		-	-	-	-	-	-	-	-
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	2D	4	8	16	22,4	45	22,4	63	31,5	45	63
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	1,4D	-	5,6	11,2	16	31,5	16	31,5	22,4	31,5	45
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	D/1,4 vagy D/2	-	-	5,6	8	11,2	-	-	-	16	-
Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	d/2	-	-	2	2	2	4	4	5,6	5,6	11,2

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		Z jelű zúzottkő frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)								
		Z 0/2 (G_F85, f_{16}, MB_{NR})	Z 0/4 (G_F85, f_{10}, MB_{NR})	Z 0/11 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/22 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/32 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/45 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/63 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/90 (G_A85, f_{11}, FI_{50})	Z 0/125 (G_A85, f_{11}, FI_{50})
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	95	95	98	98	98	98	98	98	98
	Névleges felső méret (D) alatti rész	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99
	Közbenső szita D/2 átesett rész*	-	-	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90
	4 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	-	-	-	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60
	2 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	-	20-60	20-60	-	-	-	-	-
	0,25 mm alatti rész*	Megadandó								
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	16	10	11	11	11	11	11	11	11
Kifolyási tényező, Ecs		Megadandó		-	-	-	-	-	-	-
Lemezes szemek mennyisége 4 mm felett legfeljebb (tömeg%)		-	--	50	50	50	50	50	50	50
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	~1,4·D	-	5,6	16	31,5	45	63	90	125	-
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	D/2	-	2	5,6	11,2	16	22,4	32	45	63

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		ZK jelű zúzottkavics frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)										
		ZK 0/4 (G_F 85, $f_{10,}$ MB3)	ZK 0/8 (G_A 85, f_{10})	ZK 0/16 (G_A 85, f_{10})	ZK 0/22 (G_A 85, f_{10})	ZK 4/8 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 4/11 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 4/16 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 4/22 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 8/11 (G_c 85/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 8/16 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)	ZK 11/22 (G_c 85/15, GT_C 20/15, f_2, FI 25, $C_{90/1}$)
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Közbenső ellenőrző szita (D/2 vagy D/1,4) áthullott rész*	-	50-90	50-90	50-90	20-70	20-70	20-70	20-70	–	20-70	20-70
	Névleges alsó méret (d), alatti rész legfeljebb,	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15
	Névleges alsó méretet ellenőrző (d/2), alatti rész legfeljebb,	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5
	2 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	-	20-60	20-60	-	-	-	-	-	-	-
	1 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	20-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb,	10 *	10 *	10 *	10 *	2	2	2	2	2	2	2
Lemezes szemek mennyisége 4 mm felett legfeljebb (tömeg%)		-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25
A tört/gömbölyű felületű szemek aránya, tömeg%, legalább		-	-	-	-	90/1	90/1	90/1	90/1	90/1	90/1	90/1
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete	2D	8	16	31,5	45	16	22,4	32	45	22,4	31,5	45
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete	1,4D	5,6	11,2	22,4	31,5	11,2	16	22,4	31,5	16	22,4	31,5
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete	D/2 vagy D/1,4	-	4	8	11,2	5,6	5,6	8	11,2	-	8	11,2
Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita lyukmérete	d/2	-	-	-	-	2	2	2	2	4	4	5,6

* A 4 mm alatti homok kifolyási tényezőjét meg kell adni.

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		**OH jelű osztályozott homok frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)**		
		OH 0/1 (G_F85, f_{10}, MB3)	OH 0/2 (G_F85, f_{10}, MB3)	OH 0/4 (G_A85, f_{10}, MB3)
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~2·D) áthullott rész legalább	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	95	95	95
	Névleges felső méret (D) feletti rész legfeljebb	85-99	85-99	85-99
	Névleges alsó méret (d) alatti rész legfeljebb		-	-
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	10	10	10
Kifolyási tényező, Ecs		Megadandó		
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	~1,4·D	-	-	5,6

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		OK jelű osztályozott kavics frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)										
		OK 4/8 (G_C85/15, f_2,)	OK 4/11 (G_C85/15, f_2,)	OK 4/22 (G_C85/15, f_1,)	OK 8/11 (G_C85/15, f_1,)	OK 8/16 (G_C85/15,	OK 11/16 (GC85/15, f_1,)	OK 11/22 (G_C85/15, f_1,)	OK 16/22 (G_C85/15,	OK 16/32 (G_C85/15,	OK 22/32 (G_C85/15, f_1,)	OK 32/63 (G_C85/15, f_1,)
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Névleges felső méret (D) áthullott rész	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99
	Közbenső ellenőrző szita (D/2 vagy D/1,4) áthullott rész	20-70	20-70	20-70	-	20-70	-	20-70	-	20-70	-	20-70
	Névleges alsó méret (d) alatti rész legfeljebb	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25
	Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita (d/2) alatti rész legfeljebb	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	~1,4·D	11,2	16	31,5	16	22,4	22,4	31,5	31,5	45	45	90
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	D/2	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	D/1,4	-	8	-	-	11,2	-	16	16	22,4	-	45
Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	d/2	2	2	2	4	4	5,6	5,6	8	8	11,2	16

Szemszerkezeti jellemzők, osztályok, általános követelmények		HK jelű homokos kavics frakciók (termékek) jele (e-UT 05.01.15:2018)								
		HK 0/8 (G_A85, f_6)	HK 0/11 (G_A85, f_6)	HK 0/16 (G_A85, f_6)	HK 0/22 (G_A85, f_6)	HK 0/32 (G_A85, f_6)	HK 0/45 (G_A85, f_6)	HK 0/63 (G_A85, f_2)	HK 0/90 (G_A85, f_2)	HK 0/125 (G_A85, f_2)
Szemmegoszlási jellemzők (tömeg%)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~2·D) áthullott rész legalább	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D) áthullott rész legalább	98	98	98	98	98	98	98	98	-
	Névleges felső méret (D) feletti rész legfeljebb	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99	85-99
	Közbenső ellenőrző szita (D/2) átesett rész*	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90
	4 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	-	-	-	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60
	2 mm-nél kisebb rész legfeljebb	-	20-60	20-60	20-60	-	-	-	-	-
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	20-60	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	6	6	6	6	6	6	2	2	2
Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita lyukmérete (mm)	~1,4·D	11,2	16	22,4	31,5	45	63	90	125	-
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	D/2	4,0	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63

Az **ÚT 2-3.601-1:2008, ÚT 2-3.601-2:2009, ÚT 2-3.601-3:2009 útügyi műszaki előírások visszavonása, és az ezeket felváltó új ÚT 2-3.601:2018 (új számjele: e-UT 05.01.15:2018) útügyi műszaki előírás kiadása azon az eddigi gyakorlaton semmit sem változtat, hogy a kőbányák a zúzottkő frakciókat a legnagyobb megrendelő, az aszfaltútépítőipar igényeinek elsődleges figyelembevétele mellett gyártják, ezért a zúzottkőbetonok is ezekkel az „aszfaltadalékanyagokkal" állíthatók elő.**

Zúzottkő betonadalékanyag frakciók előállítása zúzottkő aszfaltadalékanyag termékekből (tekintettel arra is, hogy a betonadalékanyag általában ezek keverékéből készül)

MSZ 4798:2016 szerinti zúzottkő betonadalékanyag frakció szemnagysága mm	Zúzottkő termék (frakció) termékosztályának jele
4/8	KZ 4/8 vagy NZ 4/8
8/12	azonosnak vehető a KZ 8/11 vagy a NZ 8/11 jelű zúzottkő fraskcióval
8/16	KZ 8/11 + KZ11/16 vagy NZ 8/11 + NZ11/16 jelű zúzottkő frakciók kombinációjával állítható elő
8/20	azonosnak vehető a KZ 8/11 + KZ 11/16 + KZ 16/22 jelű, vagy a NZ 8/11 + NZ 11/22 jelű zúzottkő frakciók kombinációjával
16/20	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő frakcióval
16/24	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő frakcióval
16/32	KZ 16/22 + KZ 22/32 jelű zúzottkő frakciók kombinációjával állítható elő

A visszavont ÚT 2-3.601:2006 útépítési zúzottkő és zúzottkavics útügyi műszaki előírás,

nem csak

- az MSZ EN 13043:2003 Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) aszfaltkeverékekhez és felületi bevonatokhoz című, hanem az
- MSZ EN 13242:2003 Kőanyaghalmazok műtárgyakban és útépítésben használt kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú anyagokhoz, és
- MSZ EN 13285:2003 Kötőanyag nélküli keverékek európai szabványaival

is összhangban volt.

A termékosztály magyar fogalom, a *visszavont* ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerint 3.4. pontja szerint „az útépítési zúzottkő vagy zúzottkavics szemnagyságát, szemalakját és tisztaságát meghatározó előírások csoportja, a termék bányaüzemi feldolgozása technológiai tulajdonságainak kifejezője.

Jele betűjelből (KZ, NZ, Z, ill. ZK) és a névleges szemnagysághatárok számjeléből áll. Például: NZ 11/22”.

A termékosztály fogalmát már 1959-ben használták a magyar kőipari szabványok (MSZ 1992:1959 és MSZ 11300:1959).

Örvendetes, hogy a KZ, NZ, Z és ZK jeleket és termékosztályokat az ÚT 2-3.601-1:2008 (e-UT 05.01.12) útügyi műszaki előírás a korábbi magyar szabályozásból átvette (és alkalmazza napjainkban is), annak ellenére, hogy a termékosztályok ugyanúgy tulajdonságokat (szemnagyság, szemalak, tisztaság) foglalnak csoportba, mint a kőzetfizikai csoportok (Kf-0, Kf-A, Kf-B, Kf-C1, Kf-C2, Kf-D1, Kf-D2), amely utóbbiak alkalmazását az ÚT 2-3.601-1:2008 útügyi műszaki előírásban elvetették, arra való hivatkozással, hogy az MSZ EN 13043:2003 európai szabvány a csoportba foglalást nem alkalmazza, ezért az a nemzeti szabályozásban, még az ÚME-ban sem alkalmazható.

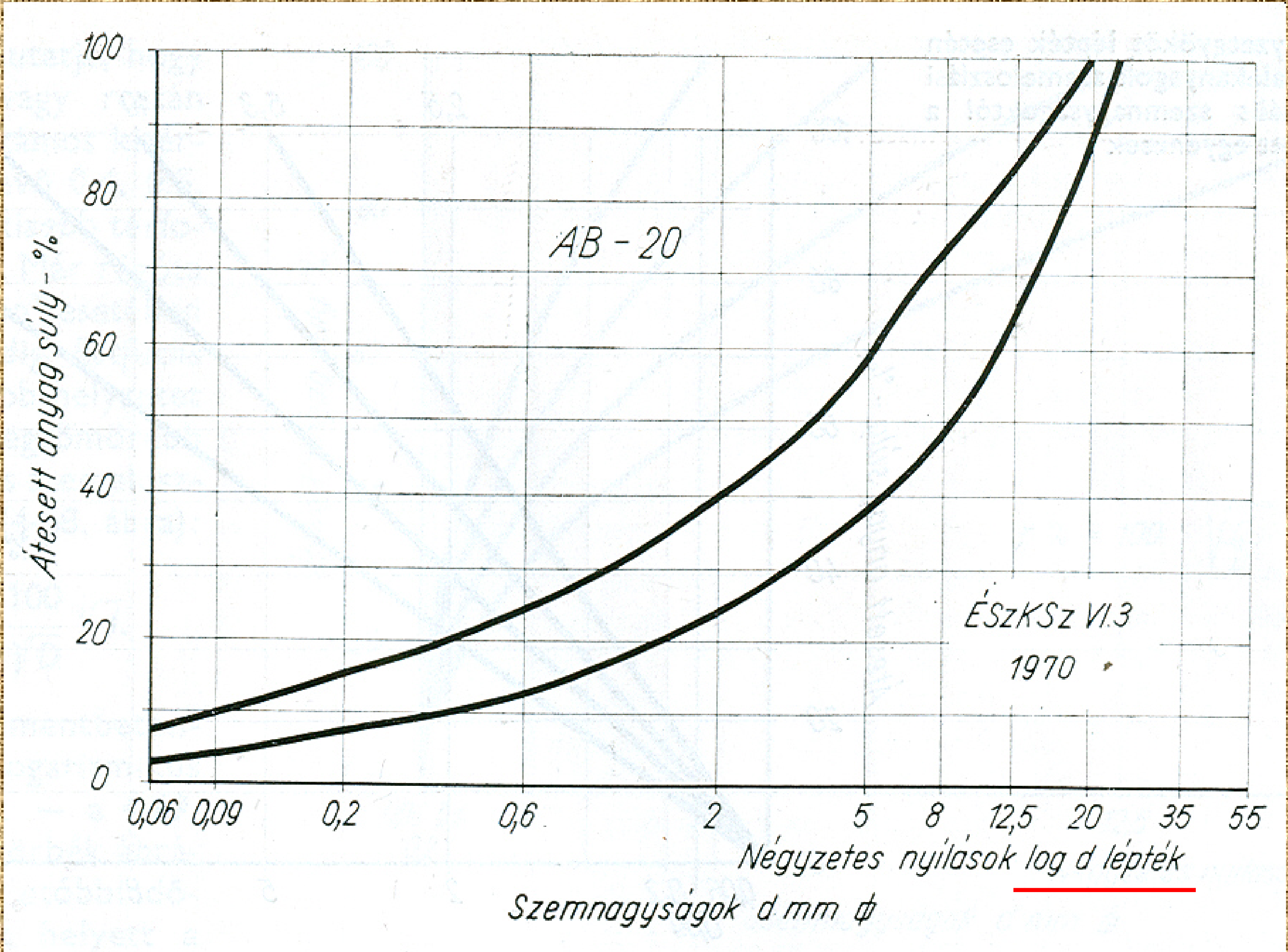
Az MSZ 4798:2016 betonszabvány sajnos hasonló felfogásból (nem szerepel az európai szabványban) nem ismeri sem a zúzottkövek kőzetfizikai csoportok fogalmát, sem a zúzottkő termékosztályokat.

A visszavont ÚT 2-3.601-1:2008 (e-UT 05.01.12), ÚT 2-3.601-2:2009 (e-UT 05.01.14), ÚT 2-3.601-3:2009 (e-UT 05.01.11) útügyi műszaki előírás szerinti zúzottkő és zúzottkavics termékek frakcióinak szemnagysága a régi ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előíráshoz képest tartalmilag megváltozott.

Formai változás, hogy a szemmegoszlási követelményeket az új útügyi műszaki előírások csak táblázatosan adják meg, és határgörbéket nem közölnek, mint ahogy az európai szabvány megfelelőik sem.

Mint már láttuk a magyar (MSZ 4798:2016), de a német (DIN 1045-2:2014) és az osztrák (ÖNORM B 4710-1:2014) nemzeti betonszabvány szintén megadja határgörbékkel is betonadalékanyag keverékek szemmegoszlási követelményét.

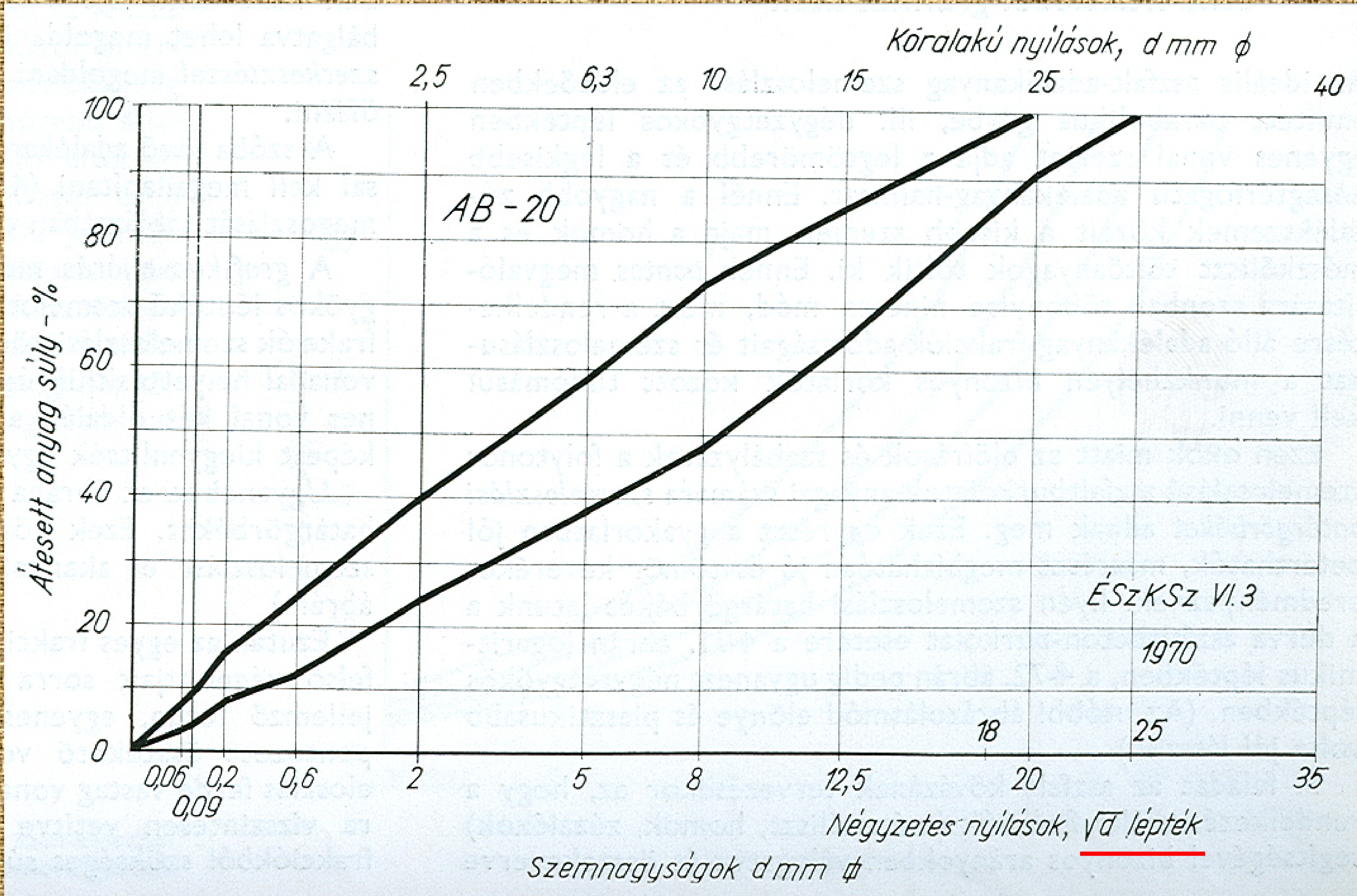
Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.



ay

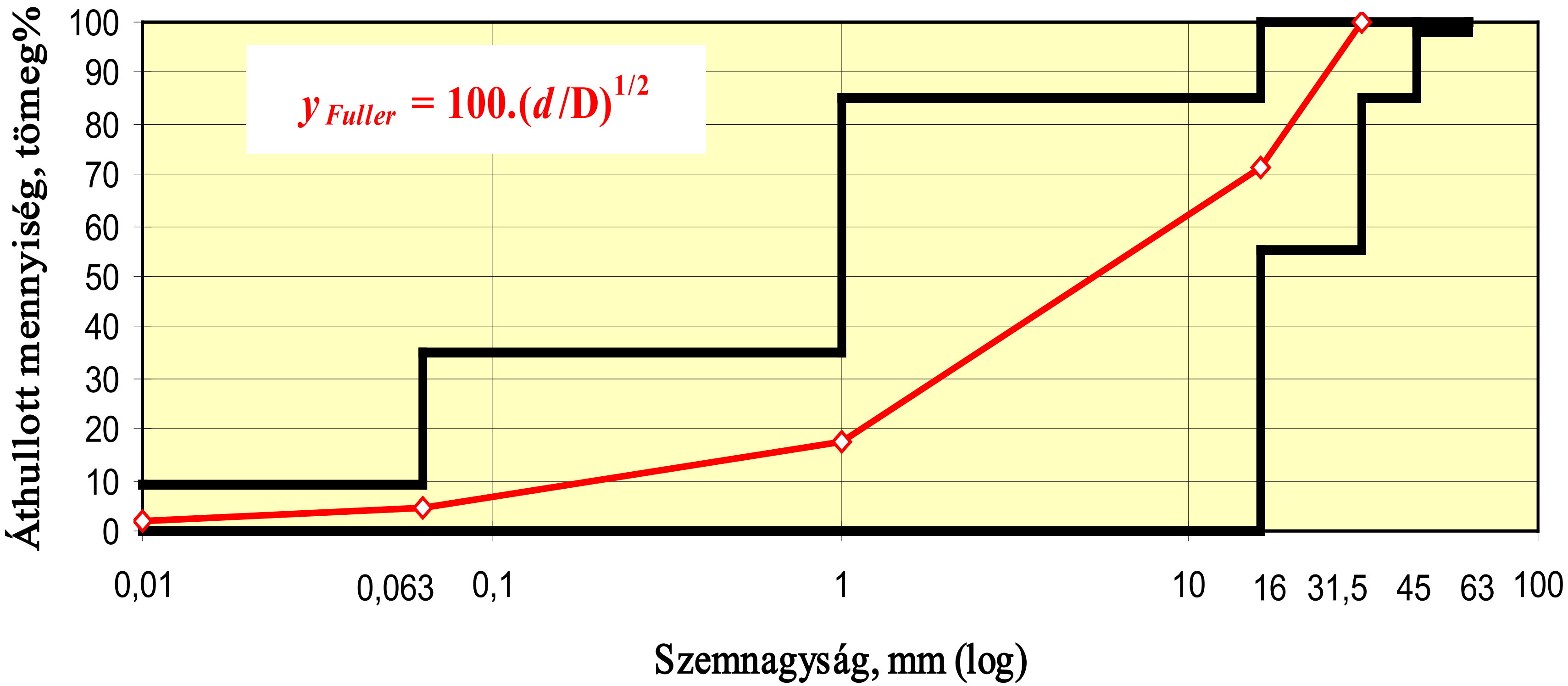
Durva aszfaltbeton szemmegoszlási határgörbéi

Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.

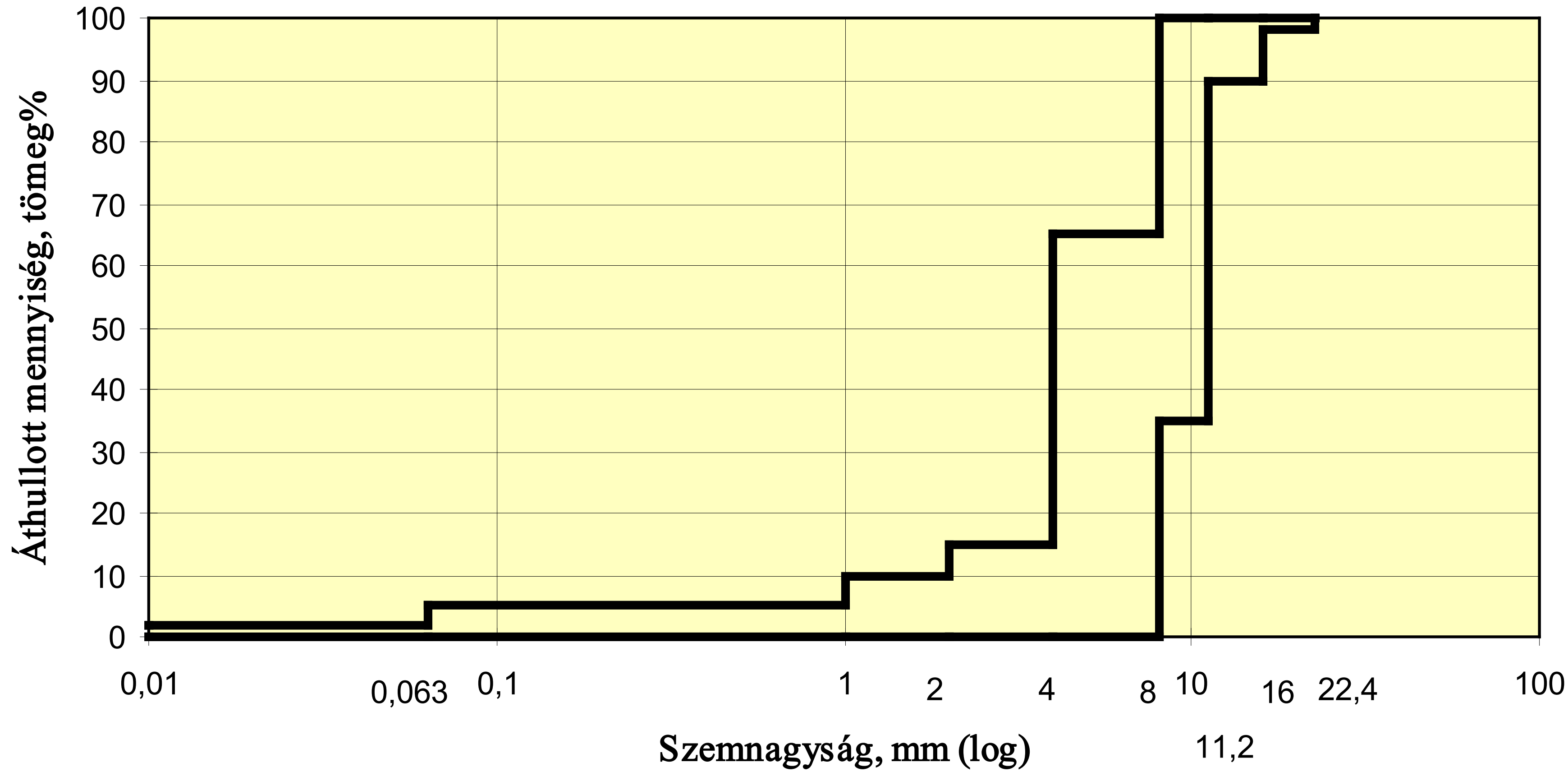


Durva aszfaltbeton szemmegoszlási határgörbéi

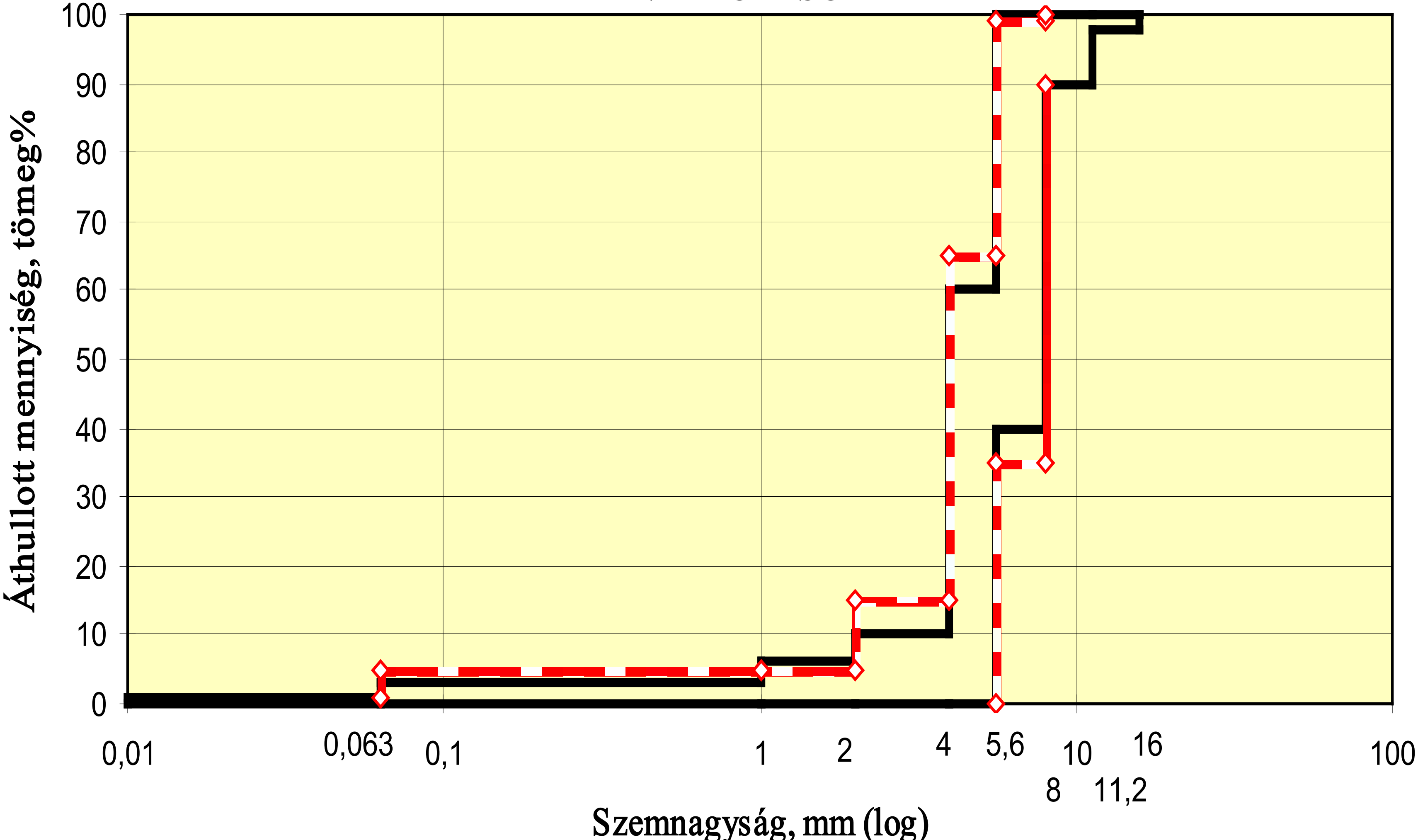
Z 0/32 jelű útépítési zúzottkő szemmegoszlási követelménye
ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerint, és a Fuller-parabola



NZ 4/11 jelű útépítési zúzottkő szemmegoszlási követelménye ÚT 2-3.601:2006 útügyi műszaki előírás szerint

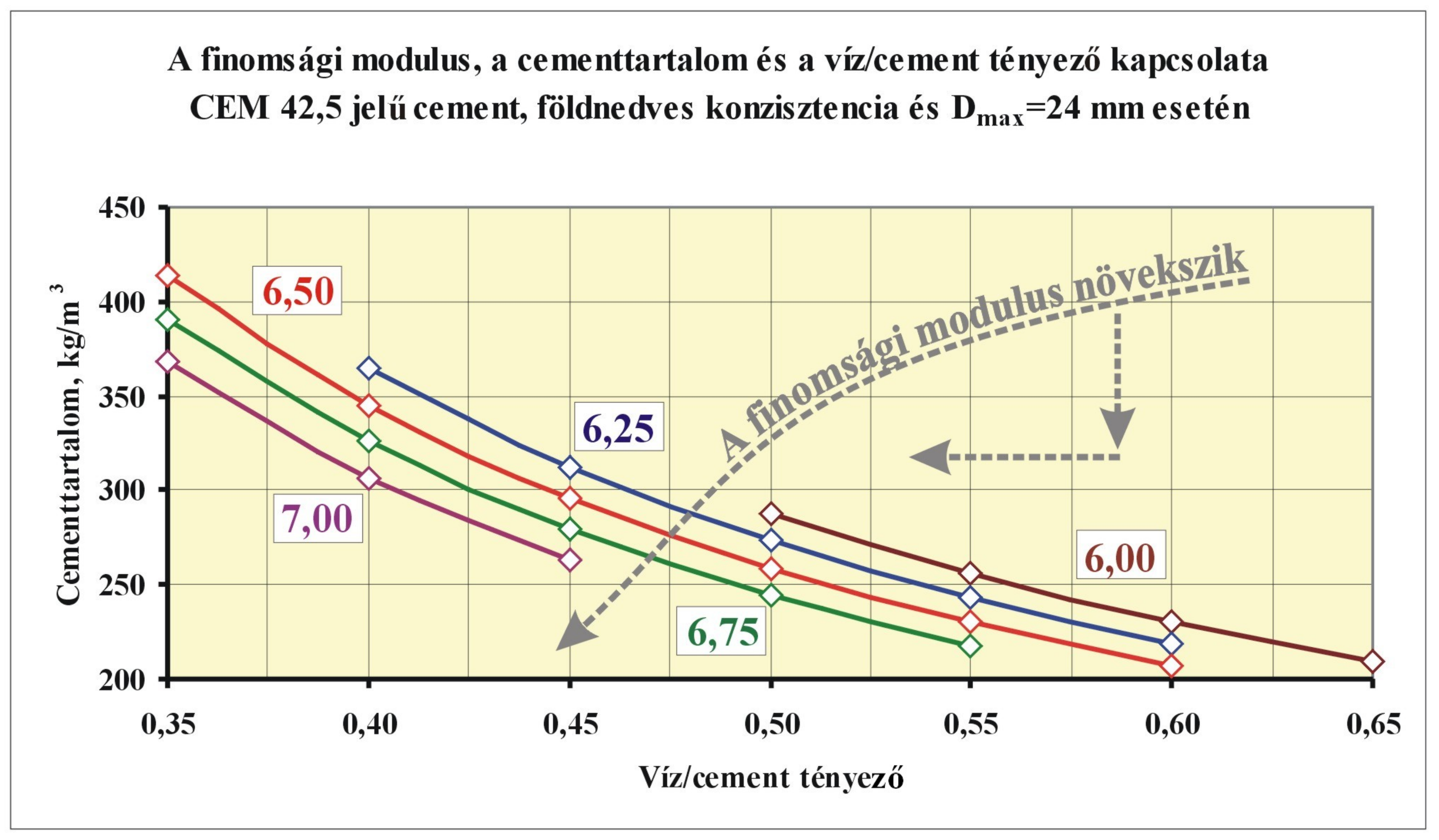


KZ 4/8 (G_C90/15) jelű (aszfalt)útépítési zúzottkő szemmegoszlási követelménye ÚT 2-3.601:2006 (-1:2008) útügyi műszaki előírás szerint PÉLDA A VÁLTOZÁSOKRA

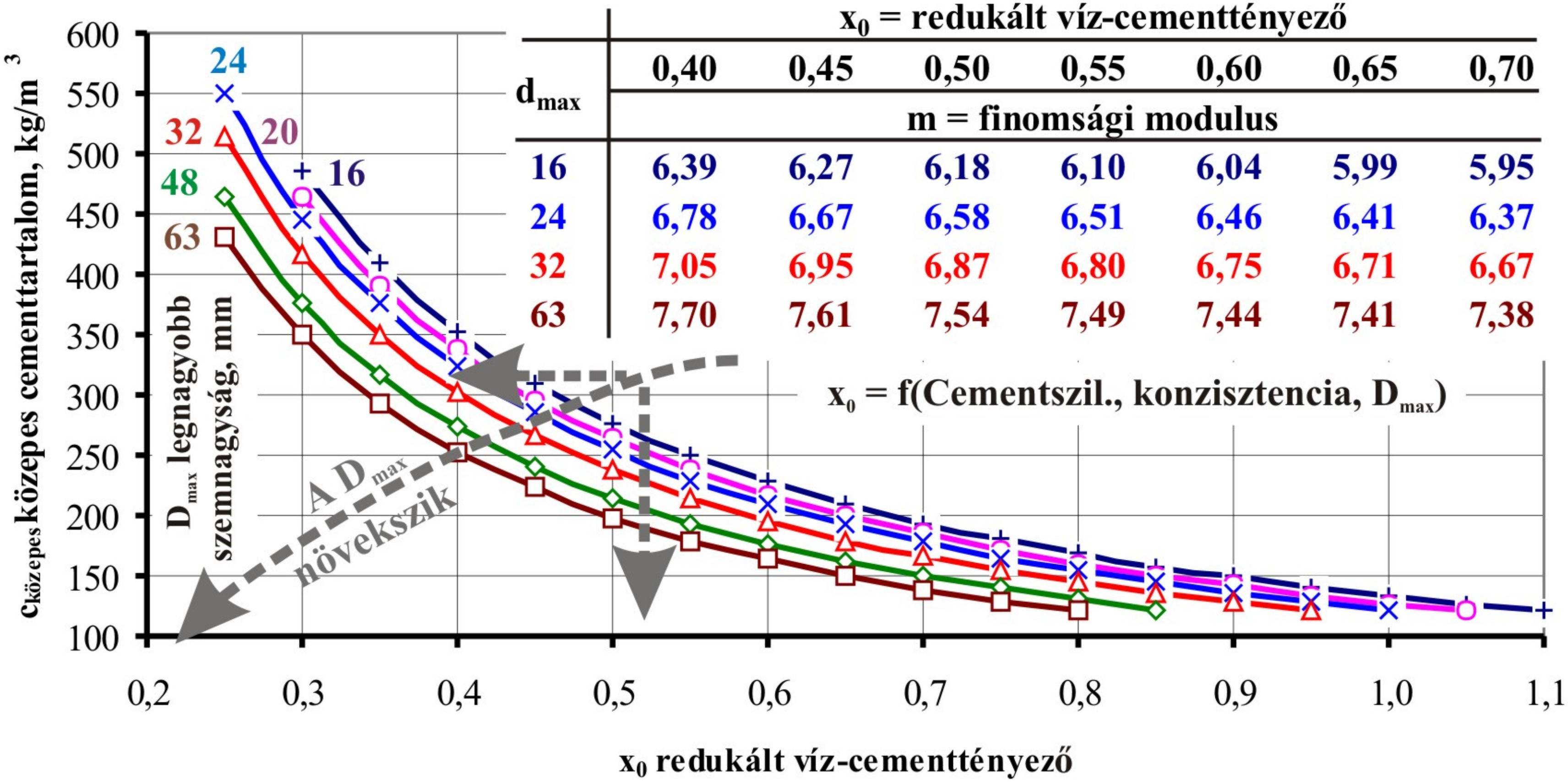


Szemmegoszlási jellemzők és ellenőrző előírások megnevezése *Az 1998, 2006, 2008 évek előírásainak összehasonlítása* *KZ 4/8 termék esetén*		UKZ 5/8 1998 KZ 4/8 2006 (G_C90/10, f_1, SI_{20} (ÚT))	2006 2008 (G_C90/15)
Szem meg-oszlá-si jel-lem-zők (tö-meg %)	Névleges felső méretet (D) ellenőrző szita (~1,4·D=11,2 mm) feletti rész legfeljebb	Ø 2	2
	Névleges felső méret (D=8 mm) feletti rész legfeljebb	12 10	9
	Közbenső ellenőrző szita (D/1,4=11,2 mm) feletti rész	Ø 40 - 60	35 - 65
	Névleges alsó méret (d=4 mm) alatti rész legfeljebb	10	15
	Névleges alsó méretet (d) ellenőrző szita (d/2=2 mm) alatti rész legfeljebb	6	5
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	3	–
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	0,8 1	1

2006 évi és a 2008 évi előírás szigorúbb az 1998 évinél	2006 évi előírás lazább az 1998 évinél	2008 évi előírás lazább a 2006 évinél


A finomsági modulus, a cementtartalom és a víz/cement tényező kapcsolata
CEM 42,5 jelű cement, földnedves konzisztencia és D_{max}=24 mm esetén
Cementtartalom, kg/m³
450
400
350
300
250
200
0,35
0,40
0,45
0,50
0,55
0,60
0,65
Víz/cement tényező
6,50
6,25
7,00
6,75
6,00
A finomsági modulus növekszik

A kavicsbeton közepes cementtartalma a redukált víz-cementtényező és a legnagyobb szemnagyság függvényében



d_{max}	x_0 = redukált víz-cementtényező						
	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
	m = finomsági modulus						
16	6,39	6,27	6,18	6,10	6,04	5,99	5,95
24	6,78	6,67	6,58	6,51	6,46	6,41	6,37
32	7,05	6,95	6,87	6,80	6,75	6,71	6,67
63	7,70	7,61	7,54	7,49	7,44	7,41	7,38



Szemmegoszlási jellemzők grafoanalitikus számításmódja

A dolgozat megjelent:
VASBETONÉPÍTÉS
2004/1 szám pp. 3-11.

A számítási módszer alkalmazása egyszerű és hasonló alakú képletek megoldásában áll, amelyek könnyen számítógépre is vihetők.

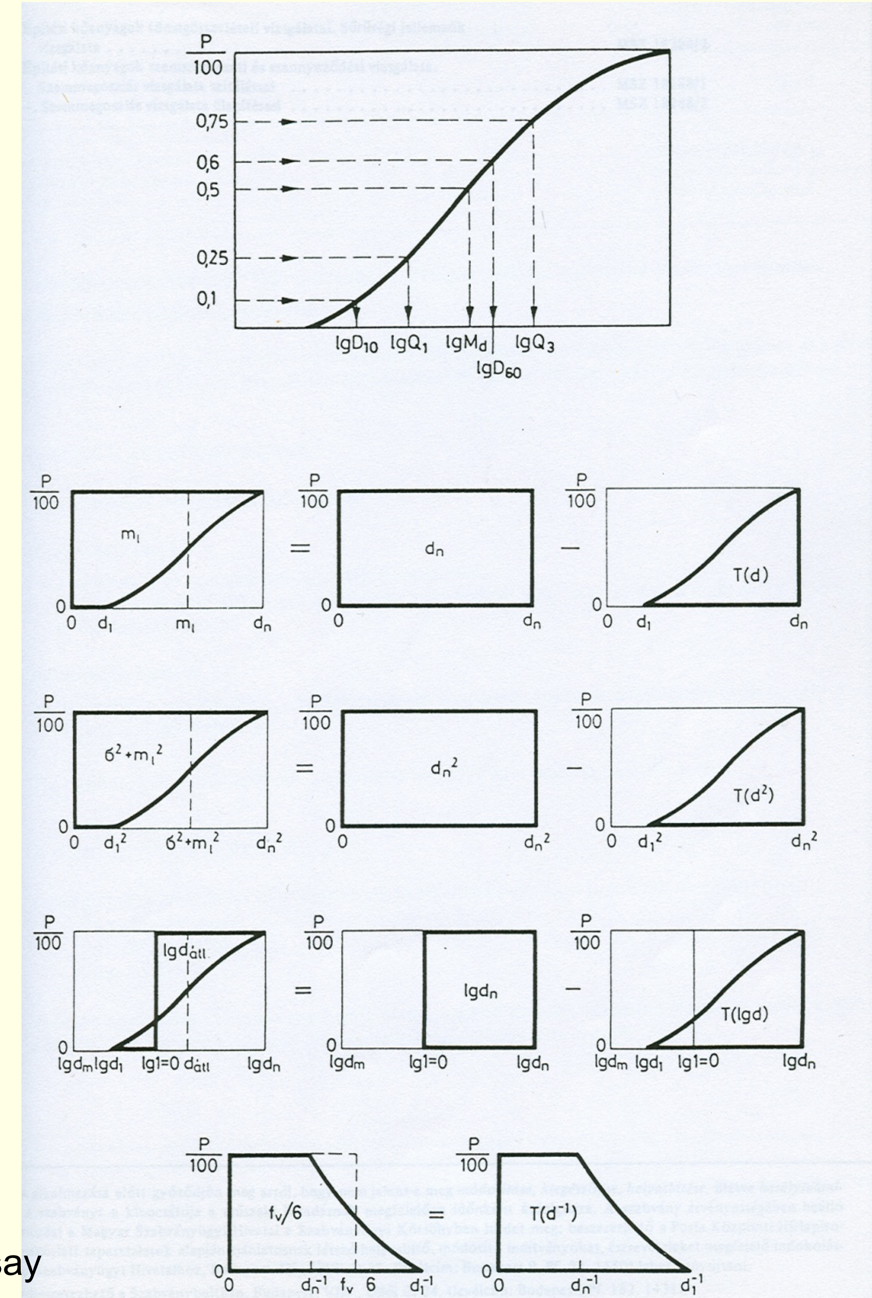
A számítási módszer leírása az MSZ 18288-5:1981 (érvényes) szabványban is megtalálható.

691.2.001.4

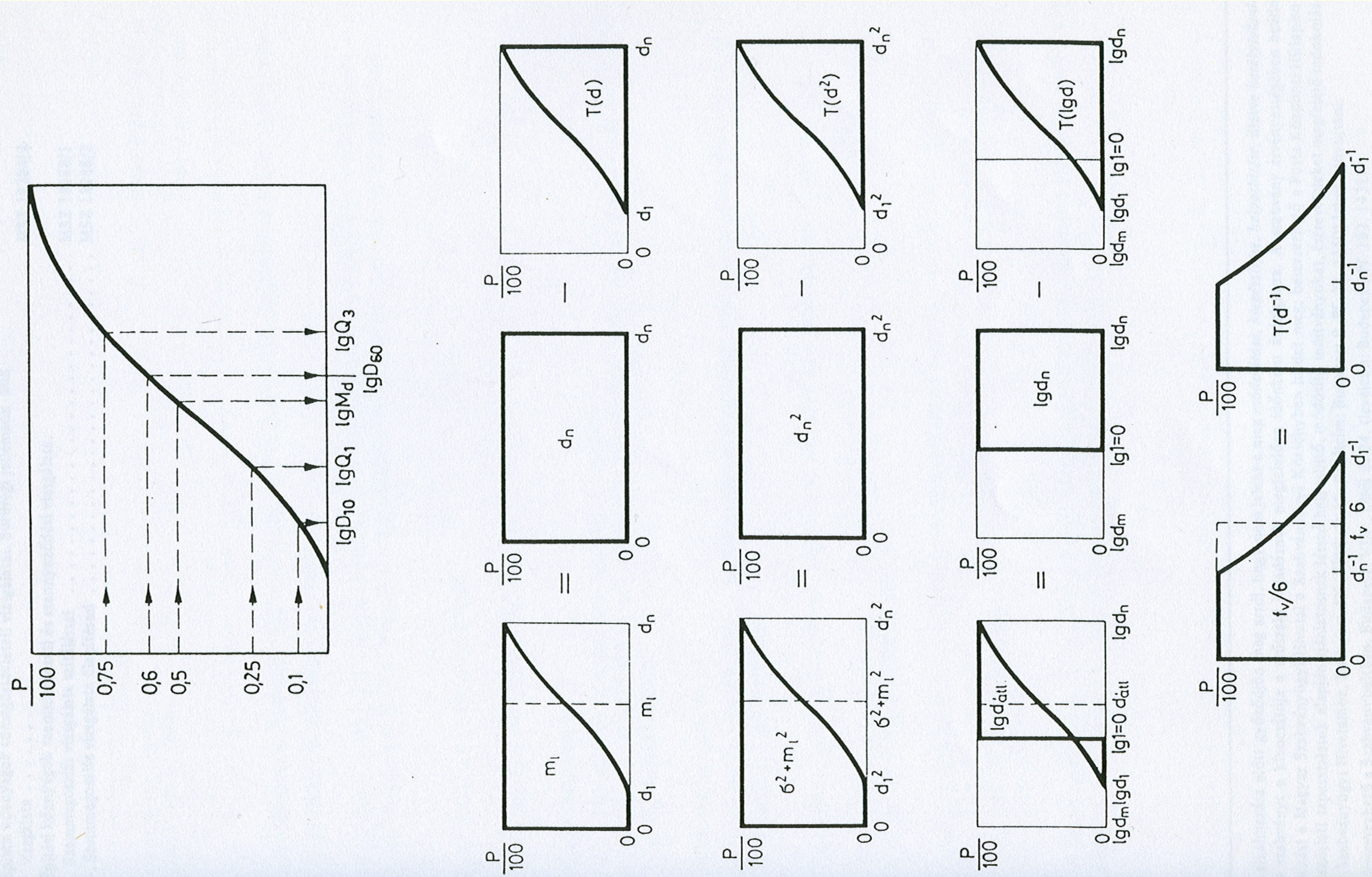
Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK SZEMSZERKEZETI ÉS SZENNYEZŐDÉSI VIZSGÁLATA Szemmegoszlásjellemzők számítása	MSZ 18288/5–81 A 43

Строительные каменные материалы. Испитание на гранилометрический состав и включения. Расчет гранулометрических характеристик

Building rook metarials. Test for granulometric composition and for impurity. Determination of granulometric parameters



MSZ 18288-5:1981



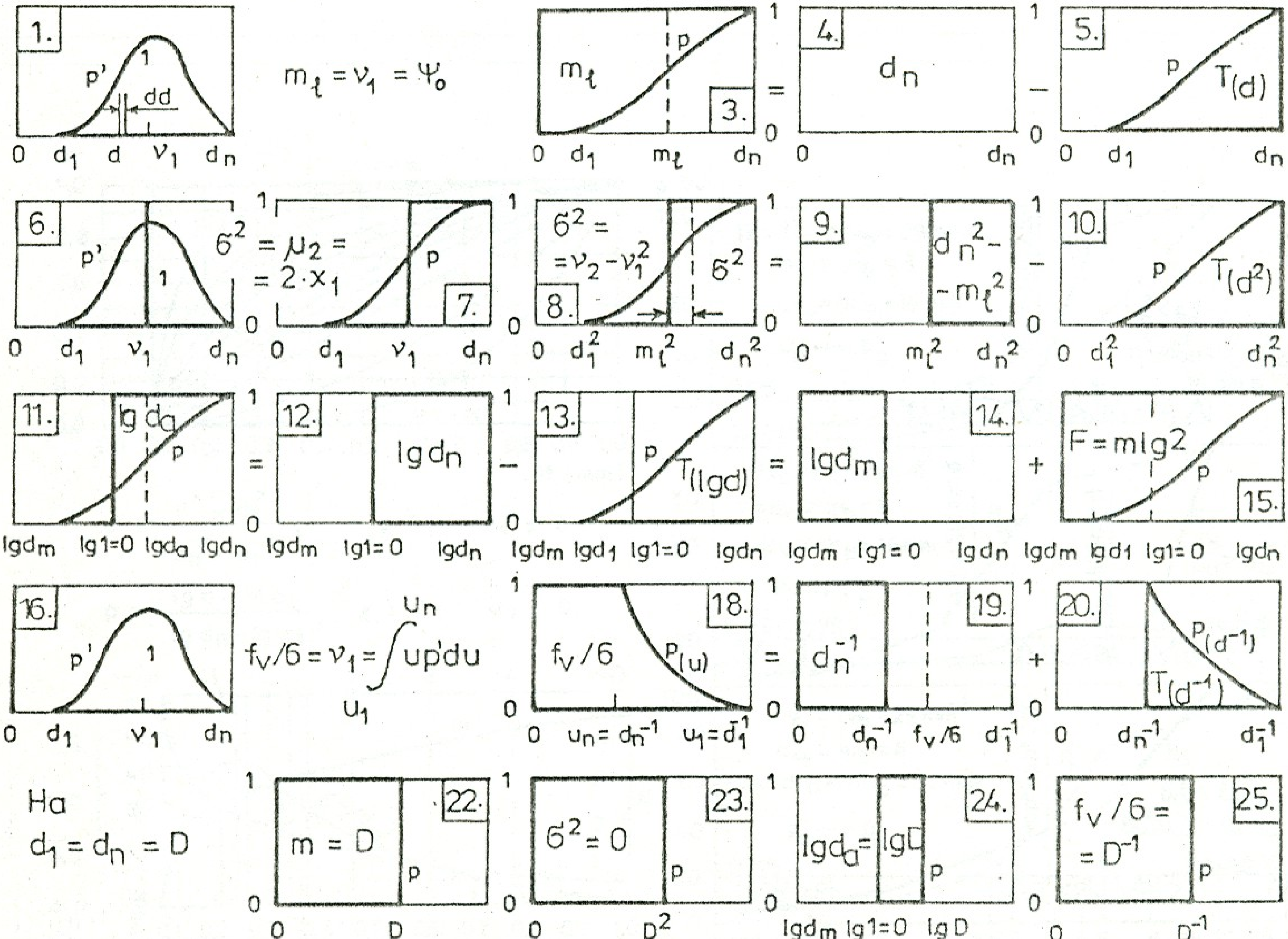
MSZ 18288-5:1981

A szemmegoszlási jellemzők szemléltetéséhez és számításához azt a közös tulajdonságukat használ-juk fel, hogy mindegyikük értéke kifejezhető a jellegüknek megfelelően transzformált abszcissza-tengelyen ábrázolt szemmegoszlási görbe alatti vagy feletti területtel. Ehhez az abszcisszatengelyek beosztását úgy kell megválasztani, hogy a koordinátarendszerbeli területek a szemmegoszlási jellemzőkkel arányosak legyenek, amit a szemmegoszlási görbe eredetileg lineáris abszcisszatengelyének esetenkénti transzformációjával lehet elérni.

A lineáris skálabeosztású abszcisszatengely a szemnagyságnak, a transzformált tengely a szemnagyság származékának kifejezője.

A szemnagysággal a várhatóérték egyenes, a szórásnégyzet négyzetes, az átlagos szemnagyság és a logaritmikus finomsági modulus logaritmikus, a térfogati fajlagos felület fordított arányú összefüggésben áll. Ezért a várhatóértéket lineáris (d), a szórásnégyzetet négyzetes (d^2), az átlagos szem-nagyságot és a logaritmikus finomsági modulust logaritmikus ($\log d$), a térfogati fajlagos felületet reciprok (d^{-1}) beosztású abszcisszatengelyre rajzolt szemmegoszlási görbével jelenítjük meg.

Utaljanak az alsó indexek a szemhalmazhatárokra, az *1* az elsőre, az *n* az utolsóra, azaz a szemhalmaz legkisebb és legnagyobb szemnagyságára.

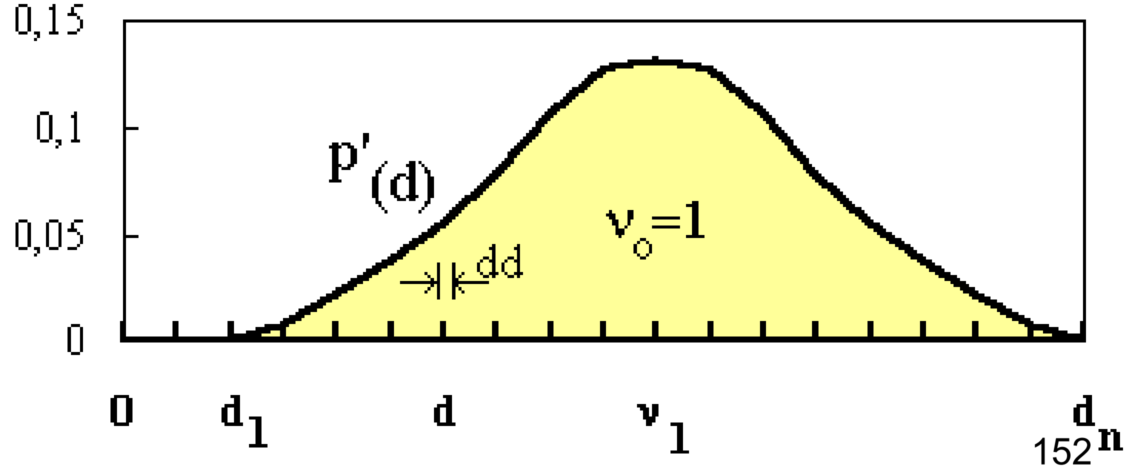


1.
p'
1
dd
0 d1 d ν1 dn
m_ℓ = ν1 = Ψ0
m_ℓ
p
3.
0 d1 m_ℓ dn
=
4.
dn
0 dn
−
5.
p
T(d)
0 d1 dn
6.
p'
1
0 d1 ν1 dn
σ² = μ2 =
= 2·x1
p
7.
0 d1 ν1 dn
σ² =
= ν2 − ν1²
σ²
8.
0 d1² m_ℓ² dn²
=
9.
dn² −
− m_ℓ²
0 m_ℓ² dn²
−
10.
p
T(d²)
0 d1² dn²
11.
lg da
p
lgdm lg1=0 lgda lgdn
=
12.
lgdn
lgdm lg1=0 lgdn
−
13.
p
T(lgd)
lgdm lgd1 lg1=0 lgdn
=
14.
lgdm
lgdm lg1=0 lgdn
+
F = m lg2
p
15.
lgdm lgd1 lg1=0 lgdn
16.
p'
1
0 d1 ν1 dn
fv/6 = ν1 = ∫ u p' du
un
u1
18.
fv/6
p(u)
0 un = dn⁻¹ u1 = d1⁻¹
=
19.
dn⁻¹
0 dn⁻¹ fv/6 d1⁻¹
+
20.
p(d⁻¹)
T(d⁻¹)
0 dn⁻¹ d1⁻¹
Ha
d1 = dn = D
22.
m = D
p
0 D
23.
σ² = 0
p
0 D²
24.
lgda = lgD
p
lgdm lg1=0 lgD
25.
fv/6 =
= D⁻¹
p
0 D⁻¹

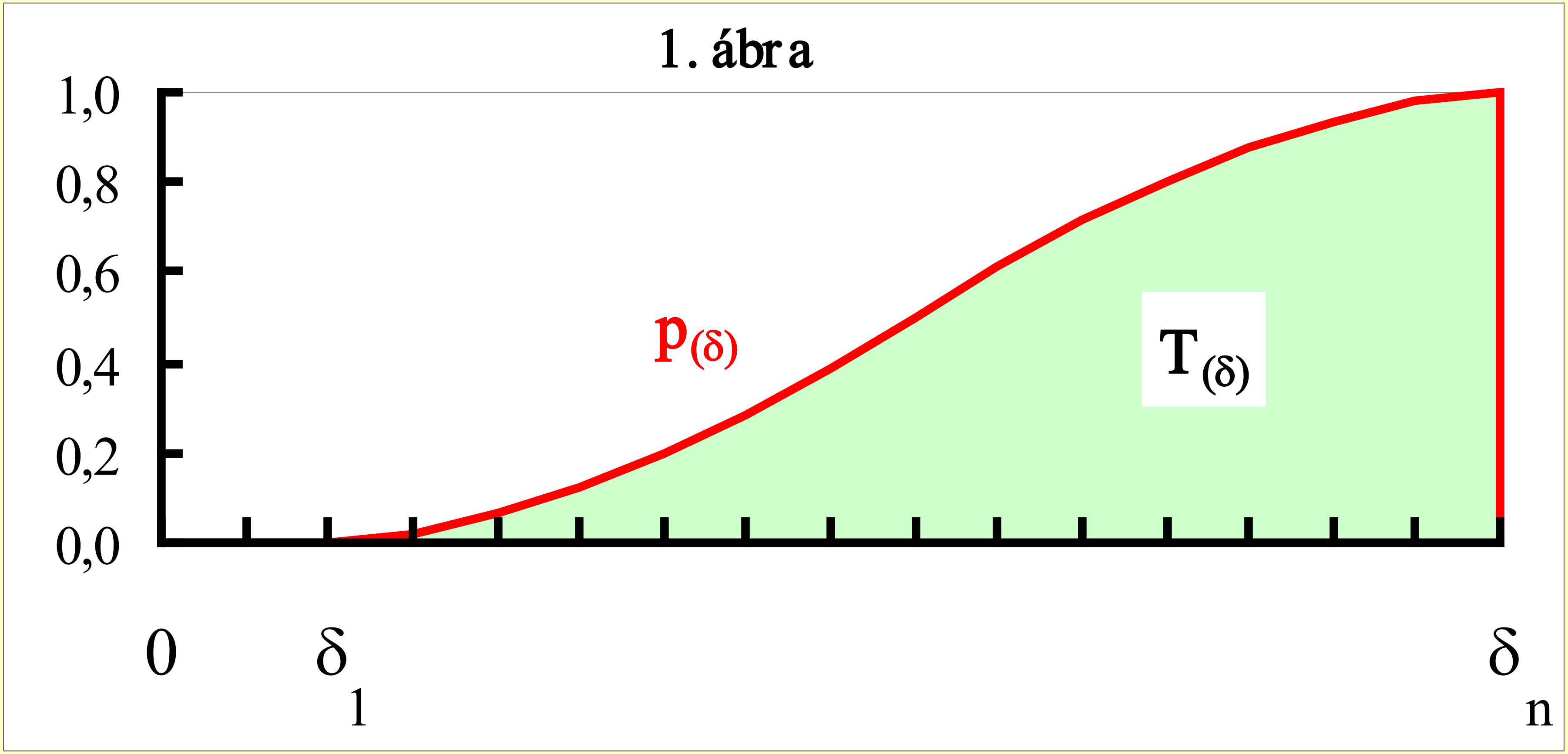
Keressük a kapcsolatot a megfelelő görbe alatti területek és a különböző szemmegoszlási jellemzők között. A *p'* sűrűségfüggvény és származékai alatt mindig tömegarányt kifejező *valószínűségi sűrűség-függvényt*, a hozzá tartozó *p* eloszlásfüggvény és származékai alatt mindig *relatív tömegeloszlás-függvényt* kell érteni. A *p'* sűrűségfüggvény alatti terület értéke v_0 = 1. A *p'* sűrűségfüggvény és a *p* eloszlásfüggvény kapcsolata:

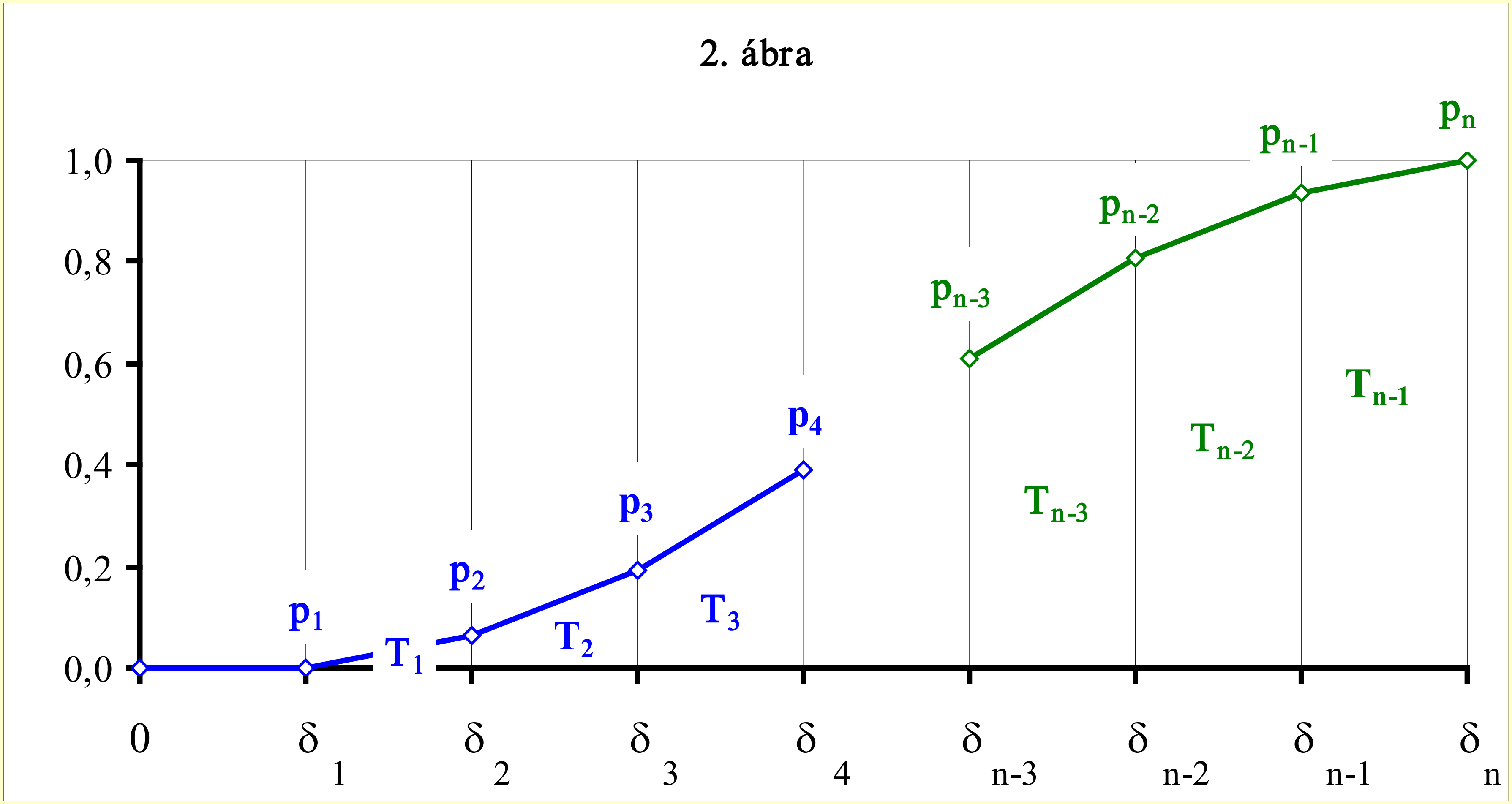
$$p = \int_{d_1}^{d} p' \, dd$$

6. ábra



Alapelv





$$T_{(\delta)} = \sum_{i=1}^{n-1} T_i$$

$$T_{(\delta)} = \int_{\delta_1}^{\delta_n} p.d\delta = \Sigma_{i=1}^{n-1} T_i = \frac{1}{100} * \Sigma_{\delta_1}^{\delta_n} \frac{p_i^{\%} + p_{i+1}^{\%}}{2} * (\delta_{i+1} - \delta_i) =$$

$$= \frac{1}{100} * [\frac{p_1^{\%} + p_2^{\%}}{2} * (\delta_2 - \delta_1) + \frac{p_2^{\%} + p_3^{\%}}{2} * (\delta_3 - \delta_2) +$$

$$+ \frac{p_3^{\%} + p_4^{\%}}{2} * (\delta_4 - \delta_3) + \ldots + \frac{p_{n-1}^{\%} + p_n^{\%}}{2} * (\delta_n - \delta_{n-1})] =$$

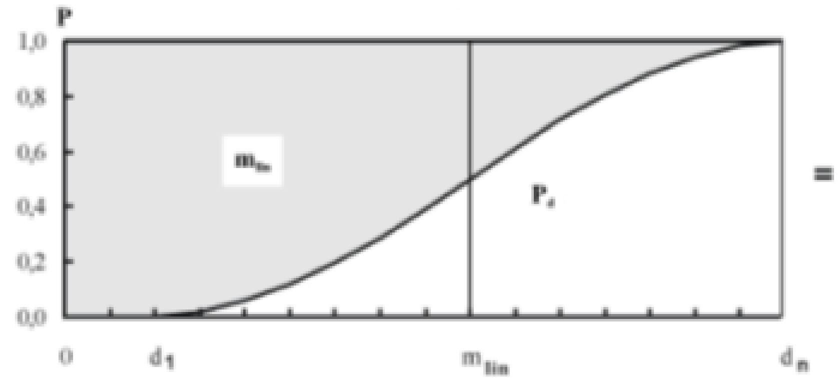
$$= \frac{1}{200} * [100 * (\delta_n - \delta_{n-1}) + \Sigma_{i=2}^{n-1} p_i^{\%} * (\delta_{i+1} - \delta_{i-1})]$$

A *d* szemnagyság *várhatóértéke*, vagy más néven a lineáris finomsági modulus (m_l) azonos a *p'* sűrűségfüggvény alatti területnek az ordináta-tengelyre vett elsőrendű nyomatékával (v_1), amely egyenlő a *p* eloszlásfüggvény feletti területtel (Ψ_0), azaz a *lineáris beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe *d* = *0* és d_n határú intervalluma feletti m_l területtel:

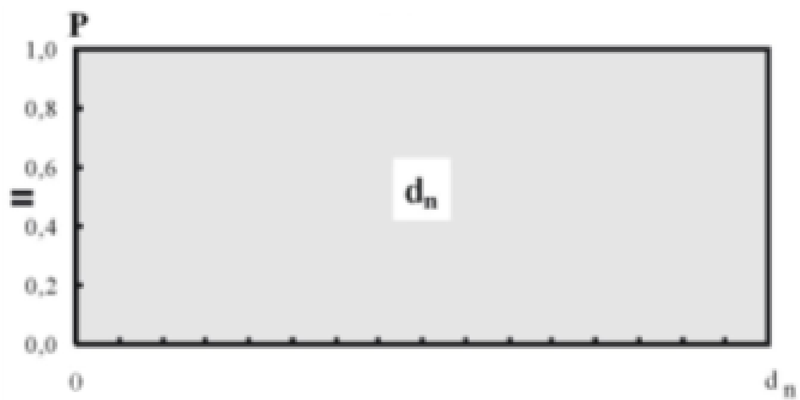
$$m_l = v_1 = \Psi_0 = \int_{d_1}^{d_n} d \cdot p' \, dd = \int_0^{d_n} dd - \int_{d_1}^{d_n} p \, dd = d_n - T_{(d)} \qquad [\text{mm}]$$

m_{lin} (=) $T_{4.\ ábra} - T_{5.\ ábra}$

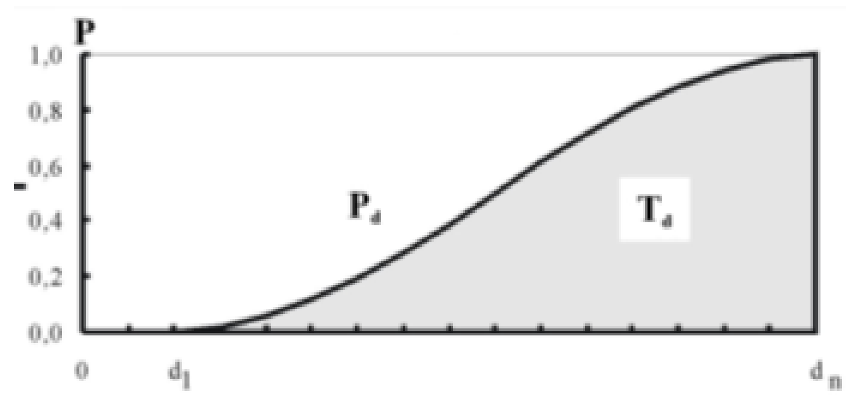
Várhatóérték vagy lineáris finomsági modulus



3. ábra: A P_d szemmegoszlási görbe feletti m_{lin} terület



4. ábra: A P =1 egyenes alatti d_n terület



5. ábra: A P_d szemmegoszlási görbe alatti T_d terület

A *szórásnégyzet* a *p'* sűrűségfüggvény alatti területnek a várhatóérték függőlegesére vett μ_2 másodrendű centrális nyomatéka.

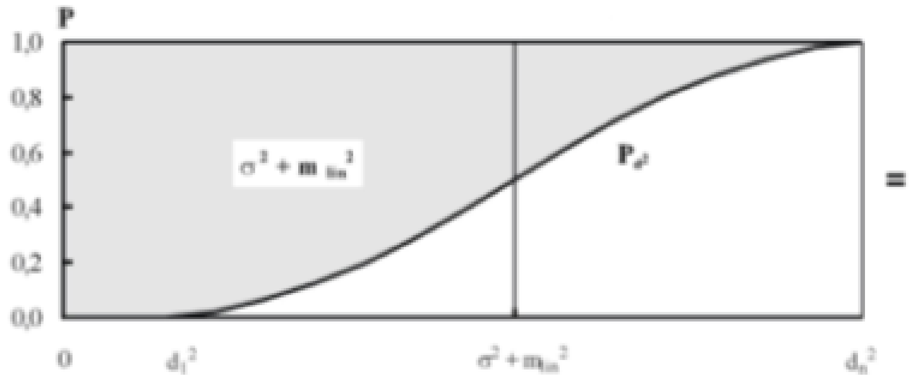
Ha a *p* eloszlásfüggvényt *négyzetes beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordináta-rendszerben ábrázoljuk, akkor a *szórásnégyzet* egyenlő a *négyzetes beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe $d = 0$ és d_n^2 határú intervalluma feletti ($d_n^2 - T_{d^2}$) terület és a várhatóérték négyzete (m_l^2) különbségével:

$$\sigma^2 = d_n^2 - m_l^2 - T\left(d^2\right) \qquad \text{azaz} \qquad \sigma^2 + m_l^2 = d_n^2 - T\left(d^2\right) \qquad [\mathrm{mm}^2]$$

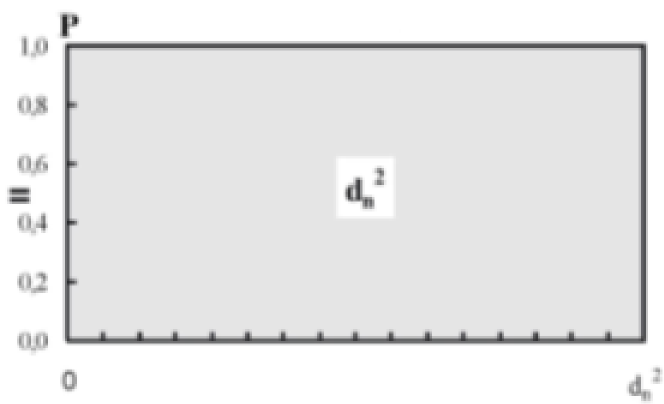
Szórásnégyzet

A (3) jelű egyenlet tartalma a 7., 8. és 9. ábrákon jelölt területekkel kifejezve:

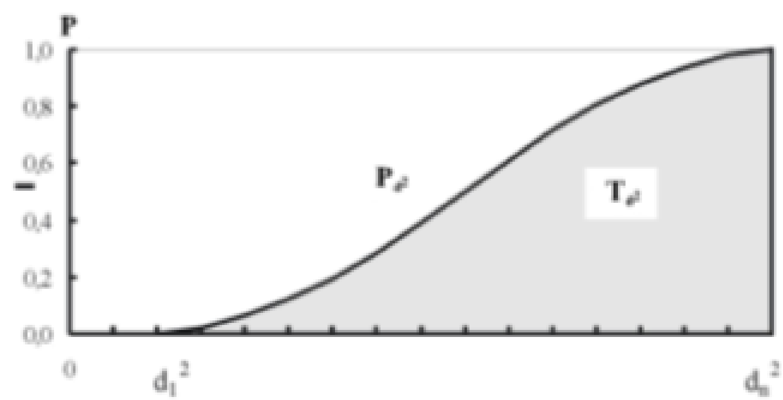
σ^2 (=) $T_{7.\ ábra} - m_{lin}^2 = T_{8.\ ábra} - T_{9.\ ábra} - m_{lin}^2$



7. ábra: A P_{d}^{2} szemmegoszlási görbe feletti $\sigma^2 + m_{lin}^2$ terület



8. ábra: A $P = 1$ egyenes alatti d_n^2 terület



9. ábra: A P_{d}^{2} szemmegoszlási görbe alatti T_{d}^{2} terület

Ha a szemmegoszlási görbét tízes alapú *logaritmi-kus beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázoljuk, akkor az előzőekben tárgyalt várhatóérték helyébe a *logaritmikus várhatóérték* lép.

Minthogy a *logaritmikus várhatóérték* nem más, mint az átlagos szemnagyság tízes alapú logaritmusa (lgd_{av}, amelyet lg$d_{átlag}$-nak is jelölnek), következik, hogy felhasználásával az *átlagos szemnagyság* kiszámítható.

Logaritmikus beosztású abszcisszatengely esetén **az abszcisszatengely kezdőértéke — mivel lg0 = -∞ — az eddigiektől eltérően zérustól különböző szám kell, hogy legyen. Az ordinátatengely szerepét a lg1 = 0 értékű abszcissza-rendező veszi át, amely két térfélre osztja a koordináta-rendszert. Minthogy az egynél kisebb számok logaritmusa zérusnál kisebb értékű, azaz negatív előjelű, a lg1 = 0 értékű abszcissza-rendezőtől balra eső térfél előjele negatív lesz.**

Így a logaritmikus várhatóértékkel kapcsolatban nem beszélhetünk görbe feletti, hanem csak görbével határolt területről.

Eszerint a *logaritmikus várhatóérték* (lgd_a) azonos a logaritmikus beosztású abszcisszatengellyel rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt eloszlásfüggvénnyel határolt területtel, amely a lg1 = 0 értékű abszcisszarendezőtől balra lévő negatív térfélben görbe alatti, az attól jobbra lévő pozitív térfélben görbe feletti résztерület, amelyet a következőképpen lehet kifejezni:

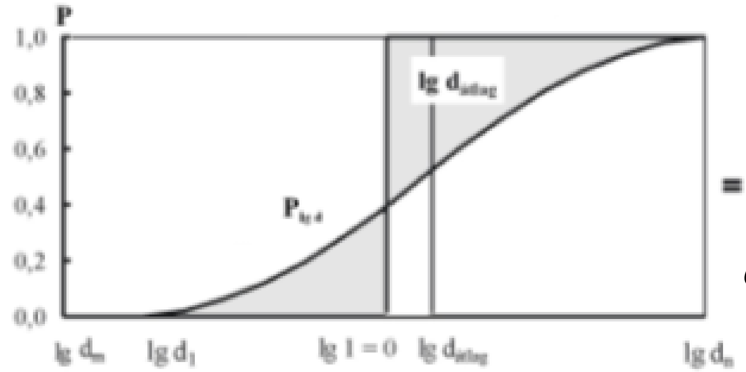
$$lg\, d_a = lg\, d_n - T_{(lg\, d)}$$

Az *átlagos szemnagyság* (d_a, amelyet $d_{átlag}$-nak is jelölnek) a logaritmikus várhatóérték (lgd_a) numerusa: $d_a = 10^{\lg d_a}$

LOGARITMIKUS VÁRHATÓÉRTÉK ÉS ÁTLAGOS SZEMNAGYSÁG

A (4) jelű egyenlet tartalma a 10., 11. és 12. ábrákon jelölt területekkel kifejezve:

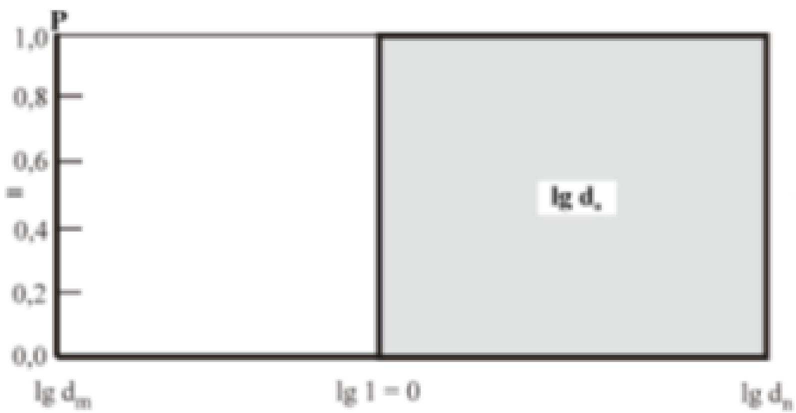
$$\lg d_{átlag} \; (=) \; T_{10.\,ábra} = T_{11.\,ábra} - T_{12.\,ábra}$$



10. ábra: A $P_{\lg d}$ szemmegoszlási görbével határolt $\lg d_{átlag}$ terület

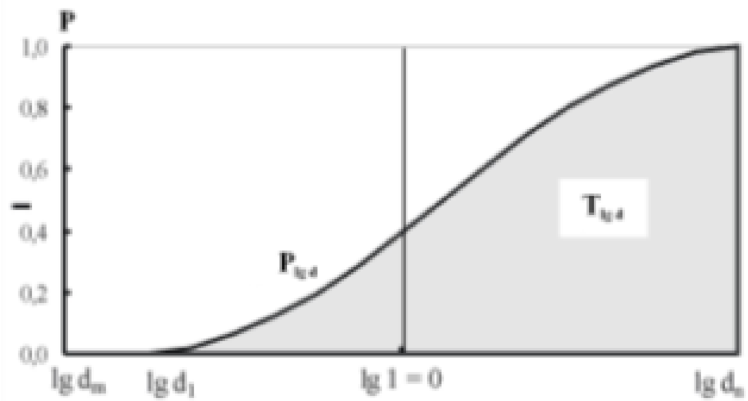
=

$$d_{átlag} = 10^{\lg d_{átlag}} \qquad [mm]$$



11. ábra: A P =1 egyenes alatti $\lg d_n$ terület

−



12. ábra: A $P_{\lg d}$ szemmegoszlási görbe alatti $T_{\lg d}$ terület

A *logaritmikus finomsági modulus* a logaritmikus várhatóértékből származtatható.

Levezetéséhez ki kell számítani az $F_{\lg d}$ *Hummel-féle területet*, amely a klasszikus megfogalmazás szerint azonos a tízes alapú *logaritmikus beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe feletti területtel, amely az abszcisszatengely $\lg d_m$ kezdőértékéig terjed.

A művelet úgy hajtható végre, hogy a lgd_a és a lgd_m által képviselt területek különbségét kell képezni, ami a lgd_m negatív előjele miatt számszakilag összeadást jelent:

$$F_{lgd} = lg\,d_a - lg\,d_m = m_{lg} \cdot lg\,2 \qquad \text{azaz} \qquad m_{lg} = \frac{F_{lgd}}{lg\,2}$$

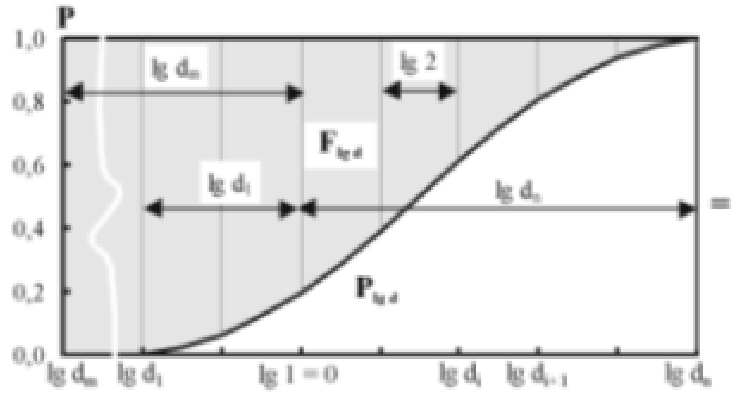
ahol m_{lg} a *logaritmikus finomsági modulus*.

Az adalékanyag szemmegoszlásának ma is a *Hummel*-féle területből levezethető logaritmikus finomsági modulus a legfőbb jellemzője.

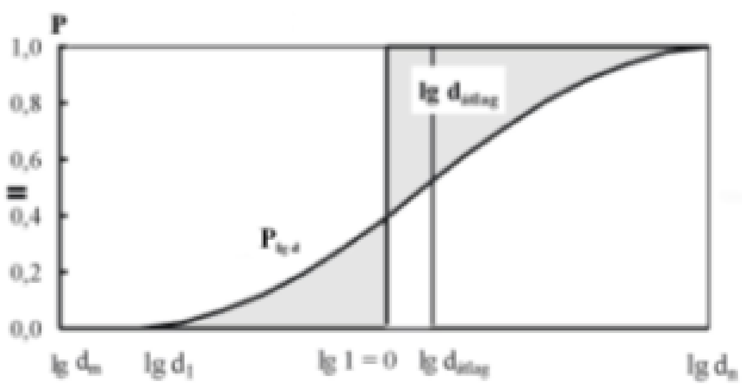
$F_{\lg d}$ (=) $T_{13.\ ábra} = T_{14.\ ábra} - T_{15.\ ábra}$

HUMMEL-FÉLE TERÜLET ÉS LOGARITMIKUS FINOMSÁGI MODULUS

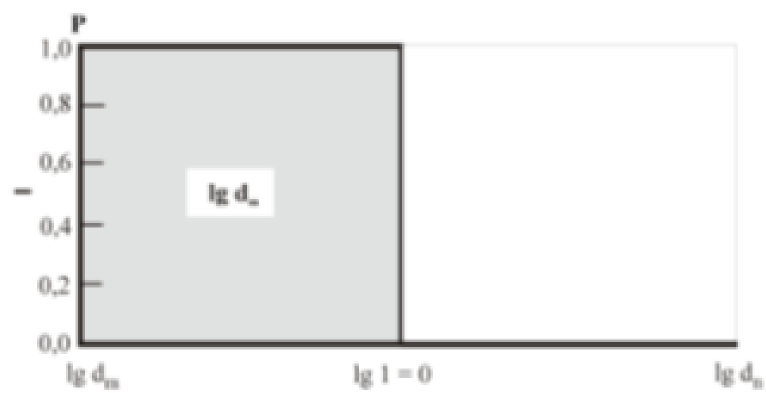
$$F_{\lg d} = \lg d_{átlag} - \lg d_m = m_{\lg} \cdot \lg 2$$



13. ábra: A $P_{\lg d}$ szemmegoszlási görbe feletti *Hummel-féle* $F_{\lg d}$ terület



14. ábra: A $P_{\lg d}$ szemmegoszlási görbével határolt $\lg d_{átlag}$ terület



15. ábra: A P =1 egyenes alatti $\lg d_m$ terület

A lgd_a *logaritmikus várhatóérték*, és így a d_a logaritmikus átlagos szemnagyság is, <u>független az abszcisszatengely lgd_m kezdőértékétől</u>.

Ezzel szemben a *Hummel-féle terület* (F_{lgd}) nagysága és következésképpen annak származékai, mint a különböző abszcisszatengely kezdőértékekhez tartozó *logaritmikus finomsági modulusok*, <u>jelentős mértékben függnek a</u> *Hummel-féle* területet határoló <u>lgd_m abszcisszatengely kezdőérték</u>, illetve az ahhoz tartozó $d_m \neq 0$ szemnagyság <u>megállapodás tárgyát képező értékétől</u>.

***Napjainkban Magyarországon* a kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m = 0,063 mm.**

A *térfogati fajlagos felület* az egységnyi testtérfogatú szemhalmaz szemeinek felületösszege, azaz a szemhalmaz szemei külső felülete összegének és a szemek — többnyire pórusokat is tartalmazó, tehát a külső felület által határolt — térfogata összegének hányadosa.

A gömb vagy kocka alakú, tehát idealizált szemalakú szemek halmazának f_V térfogati fajlagos felületét kifejezhetjük, mint a *p'* sűrűségfüggvény alatti területnek az ordinátatengelyre vett (-1)-rendű v_{-1} nyomatéka hatszorosát:

$$f_V = 6 \cdot v_{-1} = 6 \cdot \int_{d_1}^{d_n} d^{-1} \cdot p' \, dd \qquad [\mathrm{mm}^{-1}]$$

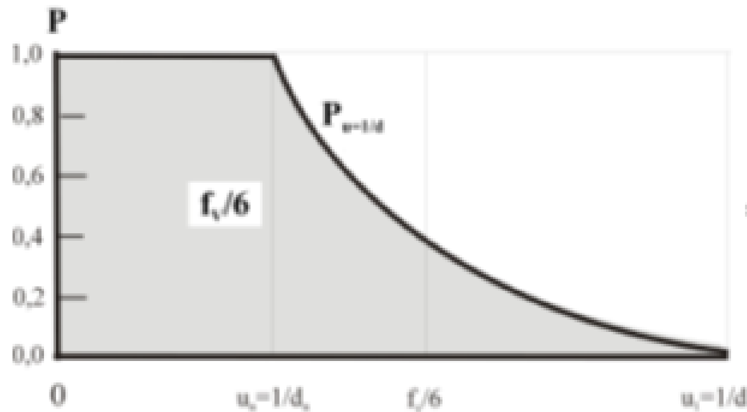
Ebből a *térfogati fajlagos felület* a <u>*reciprok beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe alatti terület hatszorosával egyenlő:</u>

$$f_V = 6 \cdot (d_n^{-1} + T_{(d^{-1})}) \qquad [\mathrm{mm}^{-1}]$$

A térfogati fajlagos felület értéke nagyon érzékeny a finomszemek nagyságára és mennyiségére. Szélső esetként a $d_1 = 0$ legkisebb szemnagyságú szemhalmazok térfogati fajlagos felületének értéke végtelen nagyra adódik. Ezért feltételül szabható, hogy $d_1 \geq 0{,}001$ mm, illetve $(1/d) \leq 1000$ mm^{-1} legyen.

TÉRFOGATI FAJLAGOS FELÜLET ÉS (TÖMEGI) FAJLAGOS FELÜLET

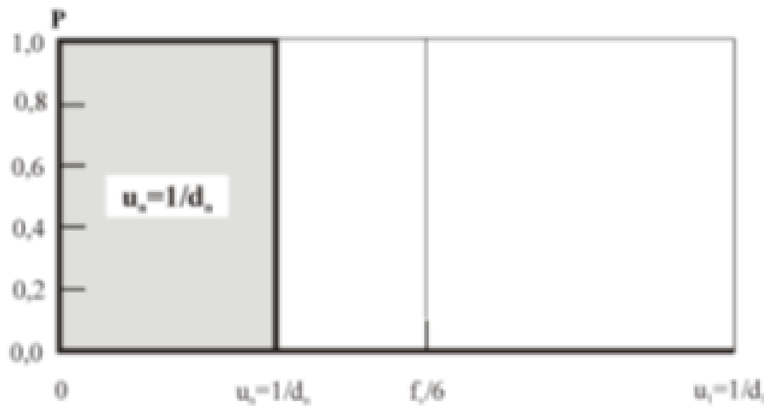
$f_V\,(=)\,6\cdot\{T_{16.\,ábra}\} = 6\cdot\{T_{17.\,ábra} + T_{18.\,ábra}\}$



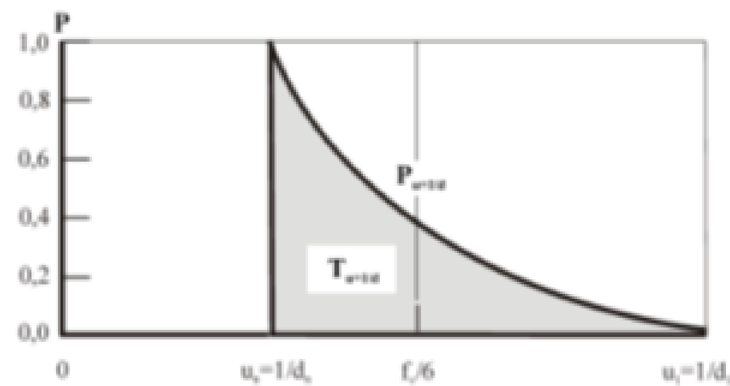
=

16. ábra: A $P_{1/d}$ szemmegoszlási görbe alatti $f_V/6$ terület

=



+



17. ábra: A $P=1$ egyenes alatti $1/d_n$ terület

18. ábra: A $P_{1/d}$ szemmegoszlási görbe alatti $T_{1/d}$ terület

A fajlagos felület az anyag testsűrűségének is függvénye, ezért - a térfogati fajlagos felülettel ellentétben - nem tekinthető kifejezetten szemmegoszlási jellemzőnek, hiszen a fajlagos felület csak az azonos testsűrűségű szemek halmazai felületének közvetlen összevetésére alkalmas.

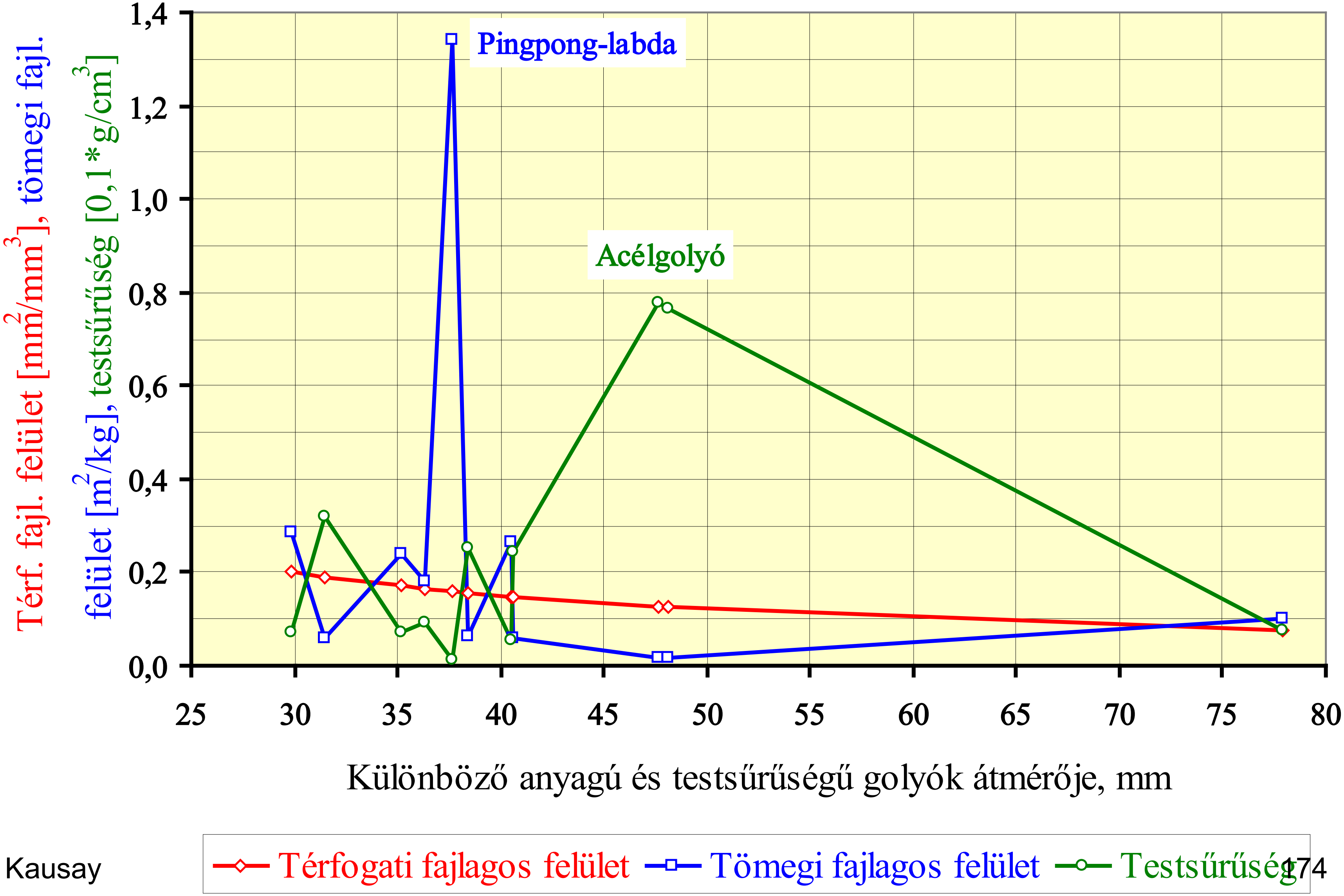
Ennek érzékeltetésére vegyünk néhány golyót, mérjük meg az átmérőjét és a tömegét, számítsuk ki a testsűrűségét, a fajlagos felületét, és a térfogati fajlagos felületét. A vizsgált golyók képe a következő fényképeken látszik.


4.
10.
11.
7.
6.
9.
5.
8.
1.
2.
3.

Különböző golyók (tömeg szerinti) fajlagos felületének és térfogati fajlagos felületének összevetése. Rendezés átmérő alapján

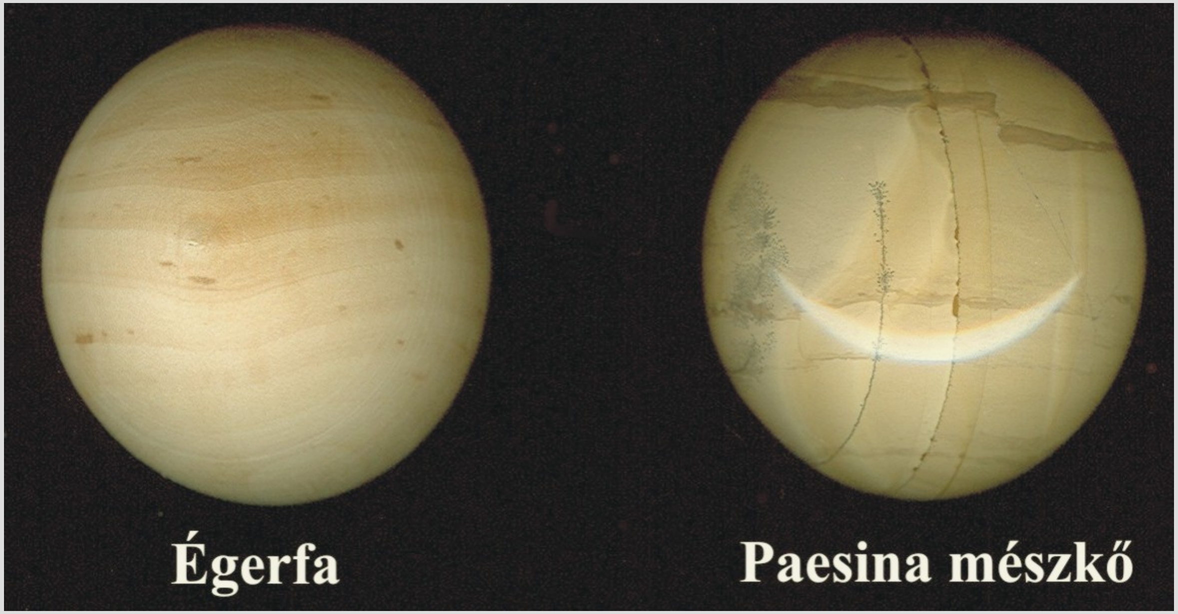
Jel és megnevezés	Átmérő mm	Felület mm^2	Térfogat mm^3	Tömeg g	Test-sűrűség kg/m^3	Fajlagos felület m^2/kg	Térf. fajl. felület mm^2/mm^3
7. Tölgyfa	29,9	2809	13996	9,83	702	0,2857	0,20067
3. Fluorit	31,5	3117	16366	52,16	3187	0,0598	0,19048
6. Kőrisfa	35,2	3893	22836	16,24	711	0,2397	0,17045
11. Gumilabda	36,3	4140	25045	22,95	916	0,1804	0,16529
10. Pingponglabda	37,7	4465	28056	3,33	119	1,3409	0,15915
2. Szerpentin	38,4	4632	29648	75,21	2537	0,0616	0,15625
5. Égerfa	40,5	5153	34783	19,52	561	0,2640	0,14815
1. Paesina mészkő	40,6	5178	35041	86,05	2456	0,0602	0,14778
8. Acélgolyó, fényes	47,6	7118	56470	439,43	7782	0,0162	0,12605
9. Acélgolyó, matt	48,1	7268	58269	446,02	7655	0,0163	0,12474
4. Kőrisfa	77,9	19064	247520	186,79	755	0,1021	0,07702

Példa a térfogati és a tömegi fajlagos felület viszonyára



Az *f* fajlagos felület és az f_v térfogati fajlagos felület kapcsolatát a következő egyenlet írja le:

$$f = 10^3 \cdot \frac{f_V}{\rho_T} \qquad [m^2/kg]$$

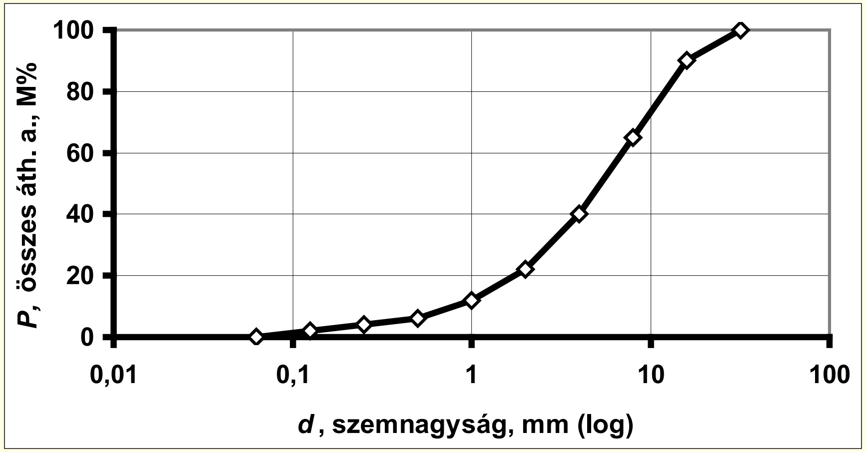


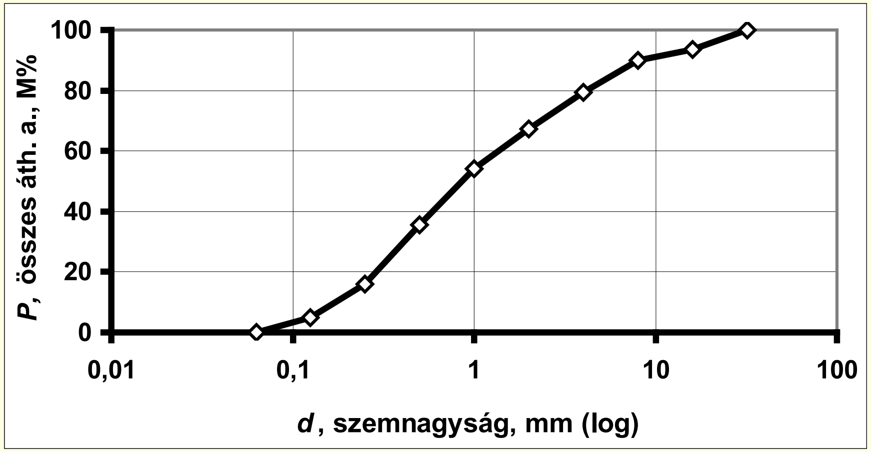
19. ábra: Közel azonos átmérőjű fa és kő golyó a 2. táblázat példájához

Golyó anyaga	Égerfa	Paesina mészkő
Átmérő [mm]	40,5	40,6
Felület [mm^2]	5153	5178
Térfogat [mm^3]	34783	35041
Tömeg [g]	19,52	86,05
Testsűrűség [kg/m^3]	561	2456
Fajlagos felület [m^2/kg]	0,2640	0,0602
Térfogati fajlagos felület [mm^2/mm^3]	0,14815	0,14778

Példa két közel azonos átmérőjű, de eltérő testsűrűségű golyó fajlagos felületének és térfogati fajlagos felületének összehasonlítására

Durvább szemmegoszlás				Finomabb szemmegoszlás			
d [mm]	*P* [tömeg%]	*d* [mm]	*P* [tömeg%]	*d* [mm]	*P* [tömeg%]	*d* [mm]	*P* [tömeg%]
d_1=0,063	P_1=0	d_6=2	P_6=22	d_1=0,063	P_1=0	d_6=2	P_6=67,3
d_2=0,125	P_2=2	d_7=4	P_7=40	d_2=0,125	P_2=5	d_7=4	P_7=79,4
d_3=0,25	P_3=4	d_8=8	P_8=65	d_3=0,25	P_3=15,9	d_8=8	P_8=90,0
d_4=0,5	P_4=6	d_9=16	P_9=90	d_4=0,5	P_4=35,5	d_9=16	P_9=93,5
d_5=1,0	P_5=12	d_{10}=32	P_{10}=100	d_5=1,0	P_5=54,2	d_{10}=32	P_{10}=100





m_{lin}	σ^2	σ	σ^2/m_{lin}^2	m_{lin}	σ^2	σ	σ^2/m_{lin}^2
7,648	57,598	7,589	0,985	3,414	41,472	6,440	3,557
$lg\ d_{átlag}$	$d_{átlag}$	$F_{dm=0,063}$	m_{lg}	$lg\ d_{átlag}$	$d_{átlag}$	$F_{dm=0,063}$	m_{lg}
0,629	4,258	1,830	6,079	0,028	1,066	1,228	4,081
f_V		$f\ (\rho = 2640\ kg/m^3)$		f_V		$f\ (\rho = 2640\ kg/m^3)$	
4,557	[mm^{-1}]	1,651	[m^2/kg]	13,735	[mm^{-1}]	5,203	[m^2/kg]

Egyenlőtlenségi együttható

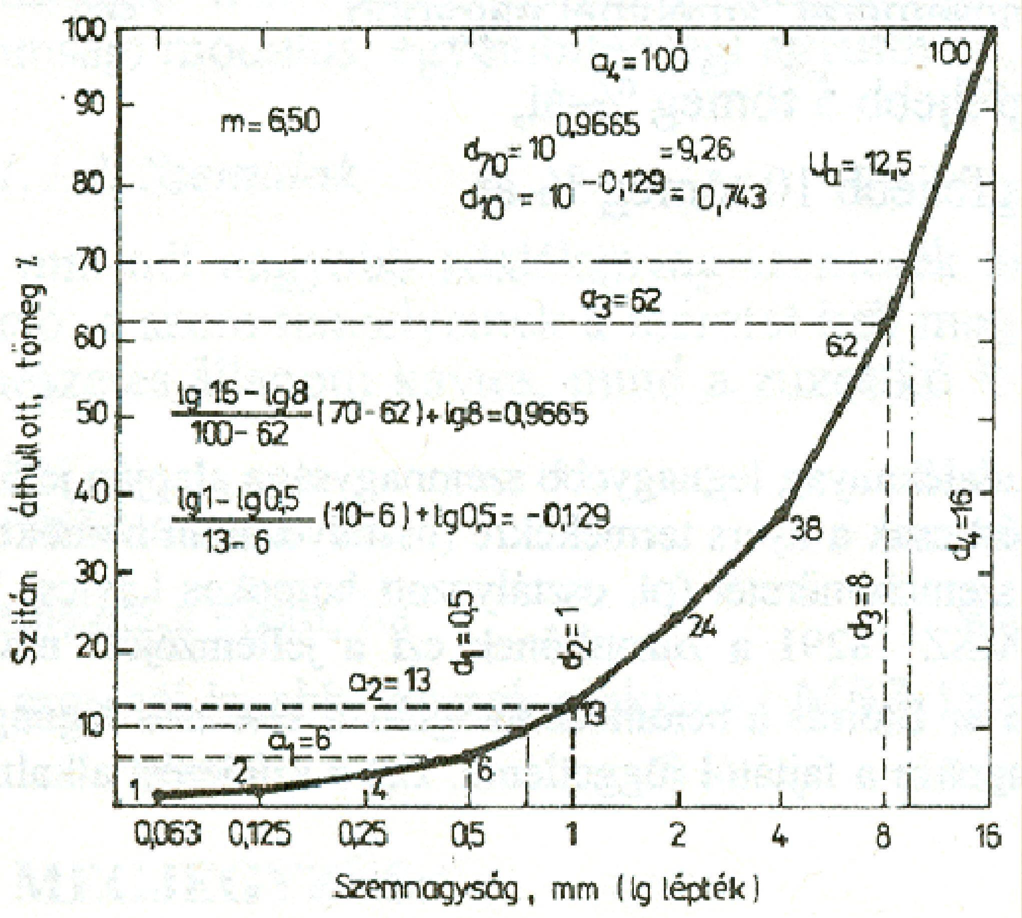
Az adalékanyag szemmegoszlásának egy további jellemzője, amelyet az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a szemmegoszlási görbe 70 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{70}) és a szemmegoszlási görbe 10 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{10}) hányadosaként kell kiszámítani. Jele: $U_{70/10}$

Forrás: Ujhelyi János: A beton struktú-rájának és nyomó-szilárdságá nak a tervezése.

Akadémiai doktori értekezés, 1989; MÉASZ ME-04.19:1995, 3.2.1.1.5. szakasz

Egyenlőtlenségi együttható számításmódja

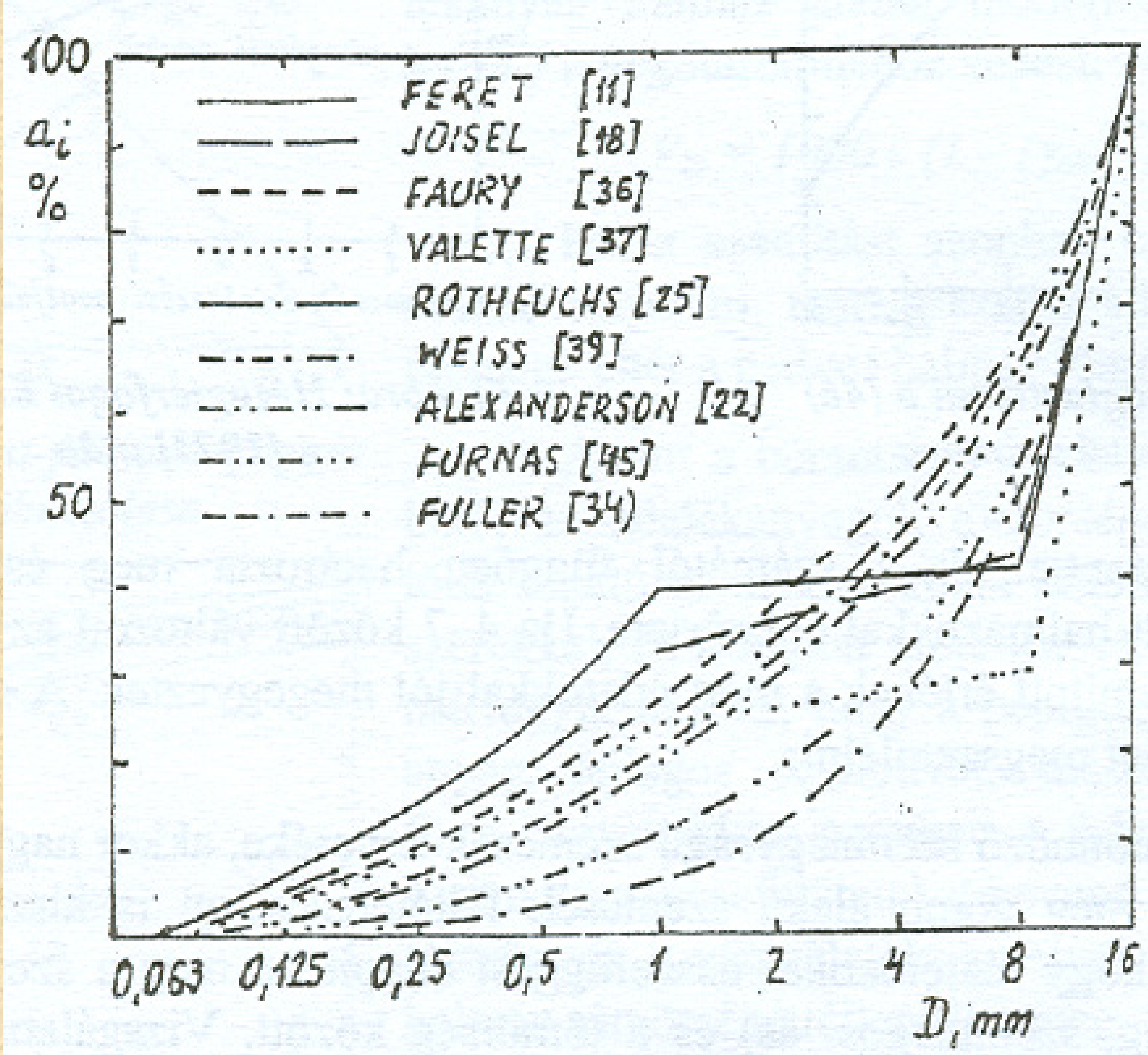
$$U = \frac{d_{70}}{d_{10}}$$



$$y_{70} = \frac{\lg d_4 - \lg d_3}{a_4 - a_3} \times (70 - a_3) + \lg d_3 \quad \text{és} \quad d_{70} = 10^{y_{70}}$$

$$y_{10} = \frac{\lg d_2 - \lg d_1}{a_2 - a_1} \times (10 - a_1) + \lg d_1 \quad \text{és} \quad d_{10} = 10^{y_{10}}$$

Ha az adalékanyag szemmegoszlása lépcsős jellegű, akkor az egyenlőtlenségi együttható *nagy*, ha homokszegény, akkor az egyenlőtlenségi együttható *kicsi*, de *> 1,0* ha pedig egyszemcsés, akkor *1,0*.



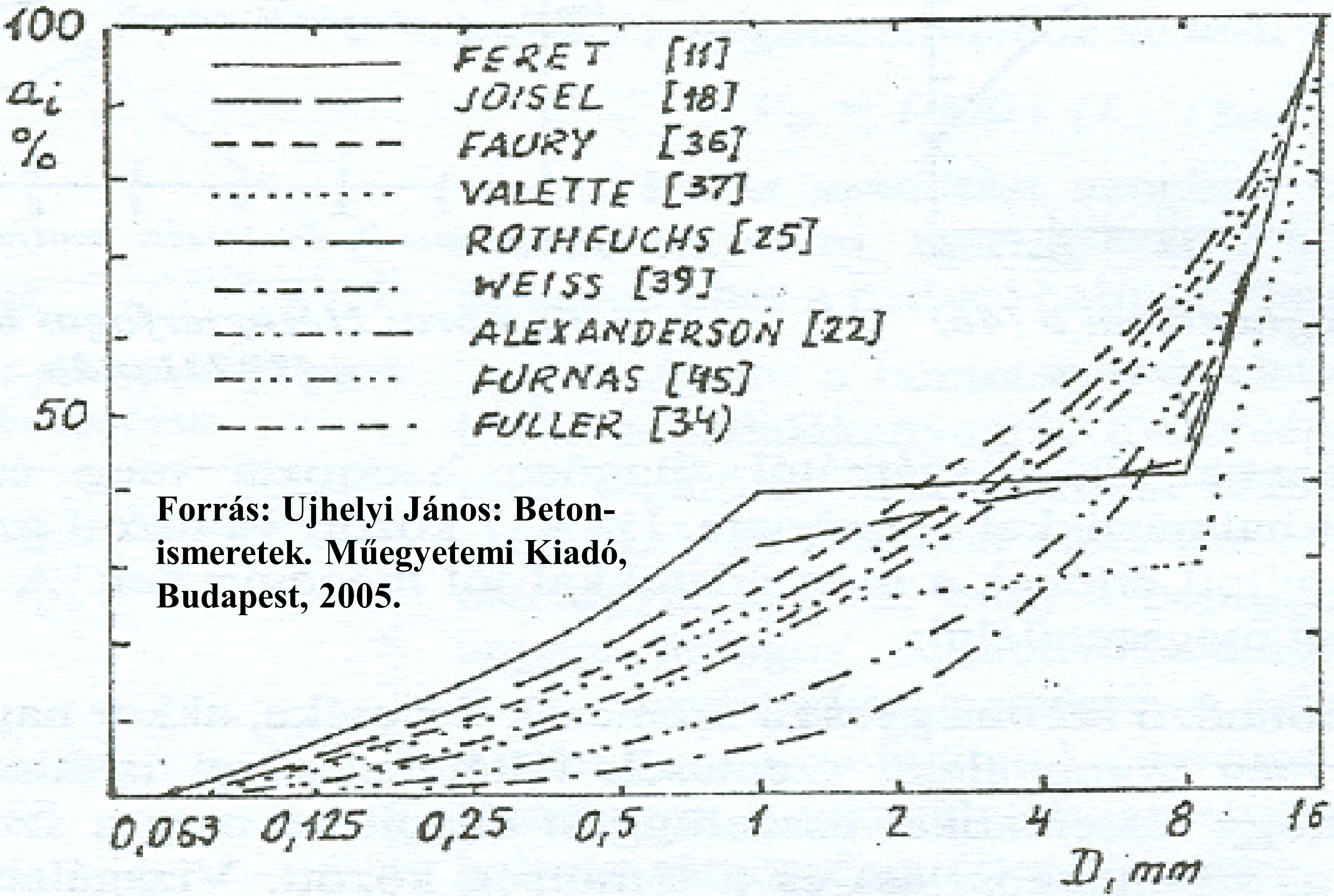
33. ábra : A 10. táblázat szerinti szemmegoszlások

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.

10. táblázat: A legtömörebb vázat adó szemmegoszlások

Hivatkozott irodalom	0-1	1-8	8-16	m	U
	mm, tömeg %				
Feret [1892]	39	2	59	5,91	69
Joisel [1952]	32	11	57	6,12	56
Faury [1958]	29	41	30	5,69	32
Valette [1963]	25	5	70	6,58	44
Rothfuchs [1956]	25	46	29	5,14	29
Weiss [1965]	23	45	32	5,82	40
Alexanderson [1971]	21	40	39	6,23	25
Furnas [1931]	11	42	47	6,74	12
Fuller [1907]	6	44	50	6,95	7

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.



Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.

33. ábra : A 10. táblázat szerinti szemmegoszlások

A beton adalékanyagok szemmegoszlási határgörbéinek egyenlőtlenségi együtthatói

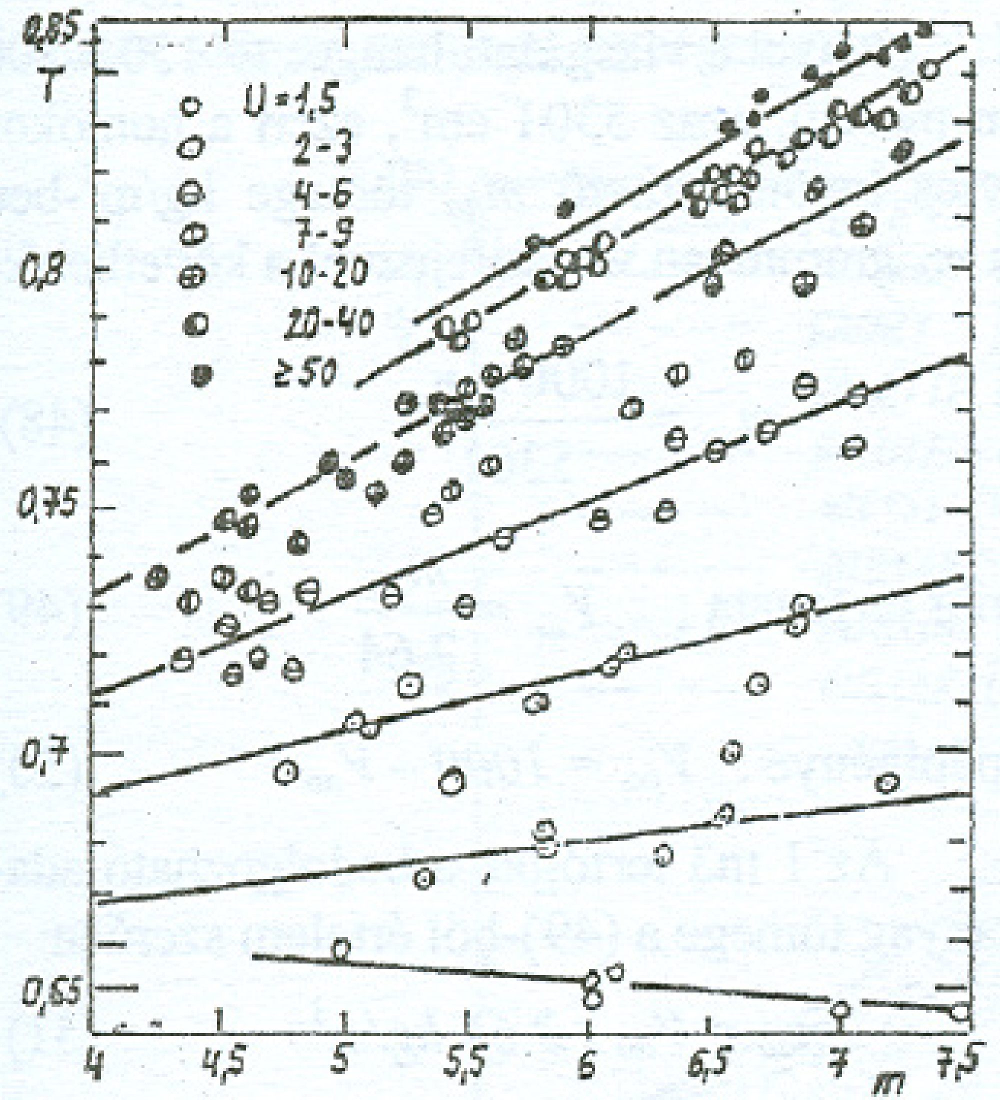
Legnagyobb szemnagyság mm	Szemmegoszlási határgörbe jele		
	A	B	C
	$U_{70/10} = d_{70}/d_{10}$ egyenlőtlenségi együttható		
8	11	18	16
12	11	22	20
16	14	22	28
20	14	27	27
24	14	32	28
32	15	38	40
48	16	46	41
63	20	59	49

Azonos (pl. I. osztályú) **finomsági modulust eltérő** (pl. az „A" határgörbét a durva szemek tartományában lefelé, a „B" határgörbét a közepesen finom szemek tartományában felfelé átlépő) **szemmegoszlással is el lehet érni, ilyenkor a különbség az $U_{70/10}$ egyenlőtlenségi együtthatóban jelenik meg.**

Az adalékanyag halmaztömörsége (*T*) a finomsági modulusnak (*m*) és az egyenlőtlenségi együtthatónak (*U*) a függvénye.

A halmaztömörség pedig meghatározza az adalékanyag cementpépigényét.

Forrás: Ujhelyi János: Beton-ismeretek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.



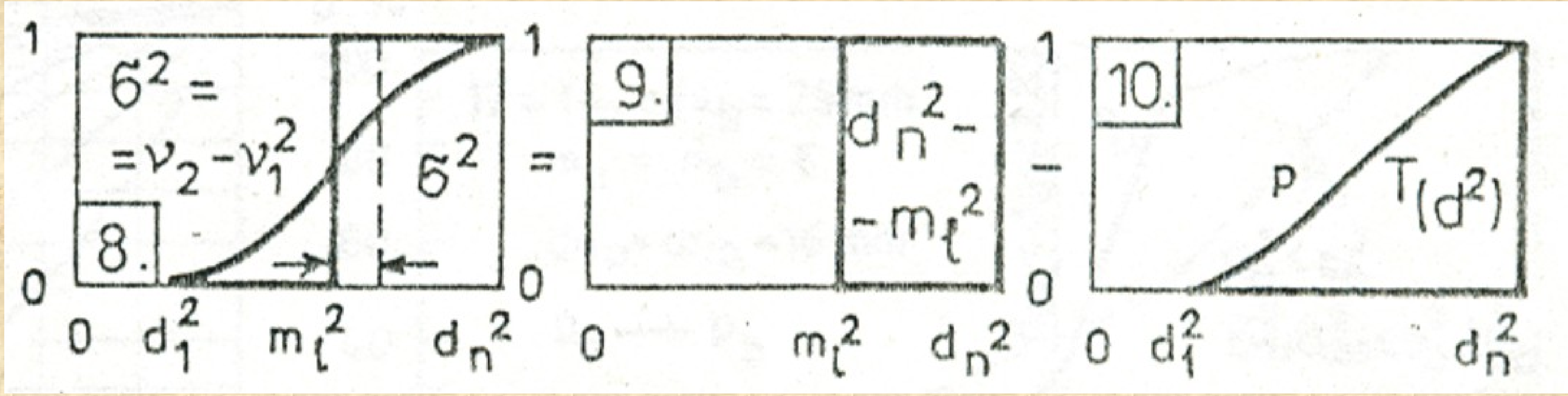
35. ábra : Az adalékanyagok tömörségvizsgálatának az eredményei

Az ***U*** **egyenlőtlenségi együttható természetéből következik, hogy az arányos a szemmegoszlás szórásával (σ), és lényegében fordítva arányos az adalékanyag (térfogati) fajlagos felületével (f_v).**

Szélső esetben, azaz egyszemcsés halmaz esetén, ha a szemnagyság ***D*****, akkor**

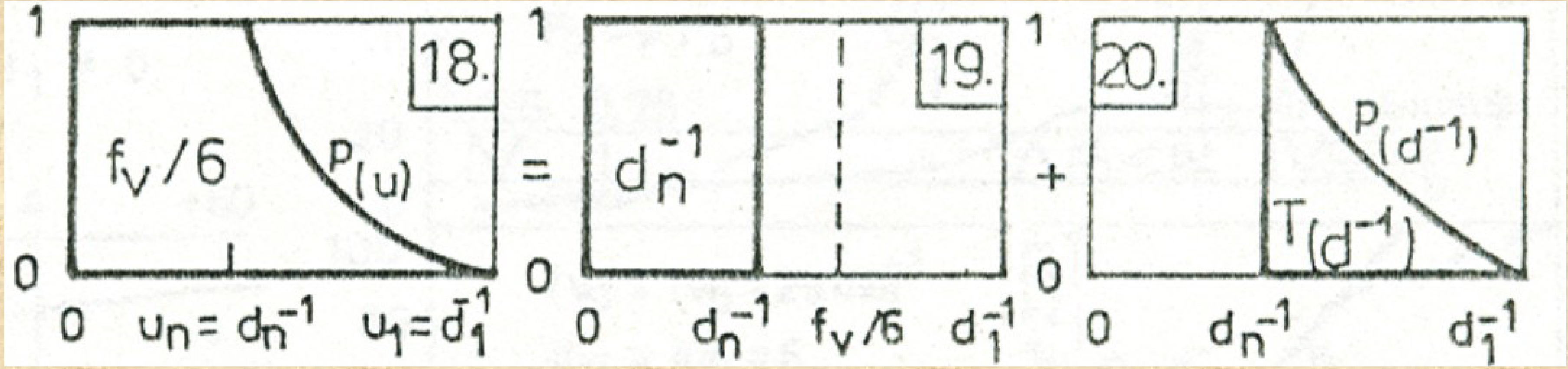
$$U = 1{,}0;\ \sigma = 0{,}0 \text{ és } f_v = 6 \cdot D^{-1}$$

Ha a szemmegoszlás-függvényt *négyzetes beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázoljuk, akkor a *szórásnégyzet* (σ^2) egyenlő a legnagyobb szemnagyság négyzete ($d_n^2 = d_{max}^2$), a várhatóérték négyzete (m_ℓ^2) és a szemmegoszlási görbe $d_1^2 = d_{min}^2$ és $d_n^2 = d_{max}^2$ határú intervalluma alatti ($T_{(d^2)}$) terület különbségével.



Egyszemcsés szemmegoszlás esetén $d_1=d_n=D$; m_ℓ=D és $T_{(d^2)}$ = 0; tehát $\sigma^2 = D^2 - D^2 - 0 = 0$ és U = 1,0

A ***térfogati fajlagos felület*** **(f_v) a szemhalmaz szemei külső felülete összegének és a szemek — a külső felület által határolt — térfogata összegének hányadosa. A térfogati fajlagos felület (f_v) a *reciprok beosztású abszcisszatengellyel* rendelkező koordinátarendszerben ábrázolt szemmegoszlási görbe alatti terület ($T_{(d^{-1})}$) hatszorosával egyenlő.**

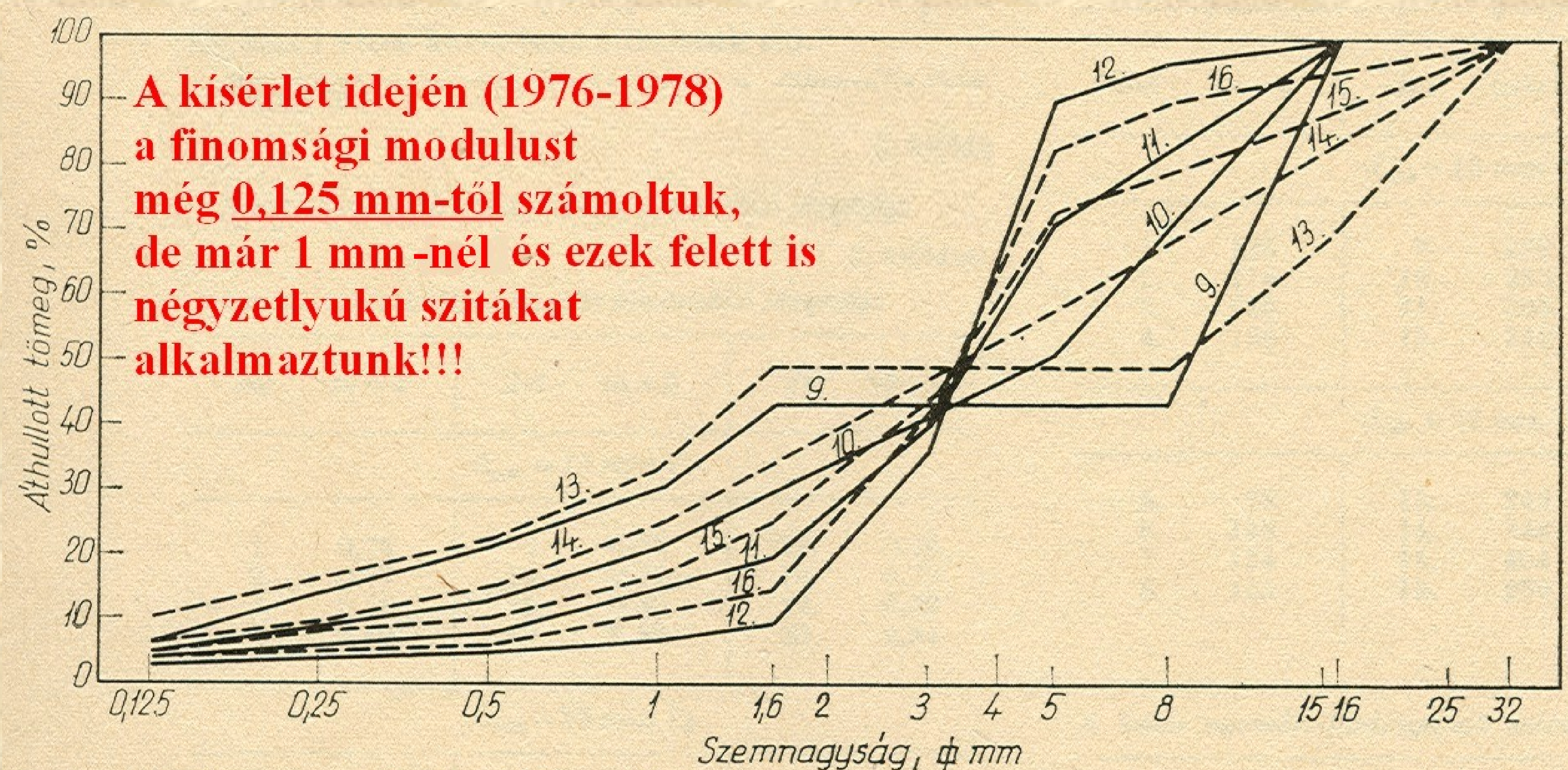


Egyszemcsés szemmegoszlás esetén $d_1=d_n=D;$ m_ℓ=D és ($T_{(d^{-1})}$) =0; tehát $f_v/6=D^{-1}$, illetve $f_v=6 \cdot D^{-1}$ és U = 1,0

Azonos (pl. I. osztályú) finomsági modulust eltérő (pl. az „A" határgörbét a durva szemek tartományában lefelé, a „B" határgörbét a közepesen finom szemek tartományában felfelé átlépő) szemmegoszlással is el lehet érni, ilyenkor a különbség az $U_{70/10}$ egyenlőtlenségi együtthatóban jelenik meg.

Példa erre a valamely szemmegoszlási ***görbe középső szakaszának az óramutató járásával megegyező irányba történő, centrális, képzeletbeli forgatásával származtatható*** **„lépcsős" vagy közel lépcsős szemmegoszlási görbe.**

Ilyenkor az adott legnagyobb névleges szemnagyságú, és változatlan finomsági modulusú szemmegoszlás egyenlőtlenségi együtthatója és homoktartalma növekszik.



2. ábra. Adalékanyag szemeloszlásgörbék. $m = 5$

Eltérés az európai és a „régi” magyar szitavizsgálat között

MSZ EN 933-1	MSZ 18288-1
A mintát <u>ki kell szárítani</u>, azután a 0,063 mm nyílású szita felett <u>meg kell mosni</u>, majd <u>meg kell szárítani</u>, hagyni kell <u>lehűlni</u>, és ezt követően kell a <u>szitálást</u> elvégezni.	• Száraz vizsgálathoz légszáraz vagy kiszárított, de <u>meg nem mosott</u> anyag szükséges. • Vizes vizsgálathoz légszáraz, de <u>ki nem szárított</u> vizsgálati anyag szükséges. Vizes <u>vizsgálat közben</u> az anyagot folyamatos víz-sugárral kell mosni.

MSZ EN 933-1	MSZ 18288-1
A mosóvízzel eltávozott finomrész mennyiségét a mosás előtti és utáni tömeg-mérésből ki kell számítani, és hozzá kell adni a szitáláskor a 0,063 mm nyílású szitán áthullott anyaghoz.	A 0,063 mm alatti finomrészt a felfogott mosózagyból beszárítással ki kell nyerni, és mennyiségét meg kell határozni.

Kőanyaghalmaz	0,063 mm szitán áthullott tömegszázalék	Osztály f
Durva kőanyaghalmaz	≤ 1,5 ≤ 4 > 4	$f_{1,5}$ f_4 $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Természetes szemmegoszlású 0/8 mm-es kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 10 ≤ 16 > 16	f_3 f_{10} f_{16} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Nyújtott kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 11 > 11	f_3 f_{11} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}
Finom kőanyaghalmaz	≤ 3 ≤ 10 ≤ 16 ≤ 22 > 22	f_3 f_{10} f_{16} f_{22} $f_{megadott}$
	Nincs követelmény	f_{NR}

MSZ EN 12620:2008 Beton-adalékanyag 11. táblázat: A finomszem tartalom megengedett értéke szerinti osztályok

MSZ EN 12620:2008 szabvány D melléklete (előírás)

Finom szemek értékelése

A finomszem tartalom ártalmatlannak tekinthető, ha a következő négy feltétel bármelyike teljesül.

a) a kőanyaghalmaz finomszem tartalma kisebb mint 3 tömeg% vagy más, a felhasználási helyen érvényes előírás szerinti érték;

b) az MSZ EN 933-8 szerint meghatározott homokegyenérték (*SE*) meghaladja a megadott alsó határt;

→

c) az MSZ EN 933-9 szerint elvégzett metilénkék vizsgálat (MB) eredménye kisebb, mint a meghatározott határérték;

d) egyenértékű megfelelés áll fenn egy ismert, megelégedéssel alkalmazott kőanyaghalmazzal, vagy bizonyított a kőanyaghalmaz problémamentes, sikeres alkalmazása.

A 0/2 frakción a homokegyenérték és a metilén kék vizsgálat megfelelősségi követelményeit általában 90% valószínűséggel kell megadni.

MSZ EN 933-8:2012+A1:2015 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata
8. rész: A finomszemtartalom meghatározása.

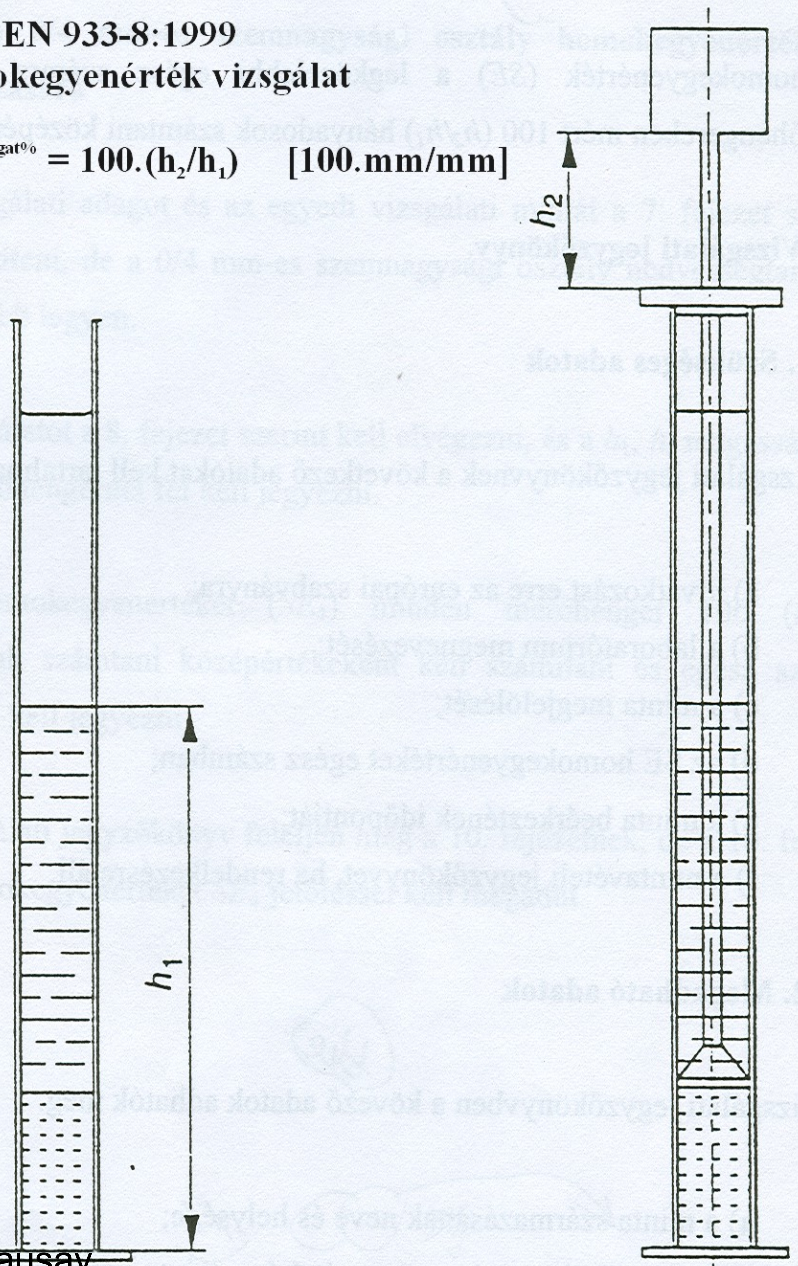
Homokegyenérték módszer

A módszer elve

Egy vizsgálati adagnyi 0-2 mm szemnagyságú homokot, valamint csekély pelyhesítőszert mérőhengerbe kell önteni és össze kell rázni a homokszemekre tapadó agyagrészek eltávolítására. A homokot ezután további pelyhesítőszer hozzáadásával át kell mosni, amikor is a finomszemek szuszpenzióba kerülnek. A pelyhesítőszer kalcium-klorid, glicerin és formaldehid-oldat desztillált vizes oldata.

MSZ EN 933-8:1999
Homokegyenérték vizsgálat

$SE^{térfogat\%} = 100.(h_2/h_1)$ [100.mm/mm]

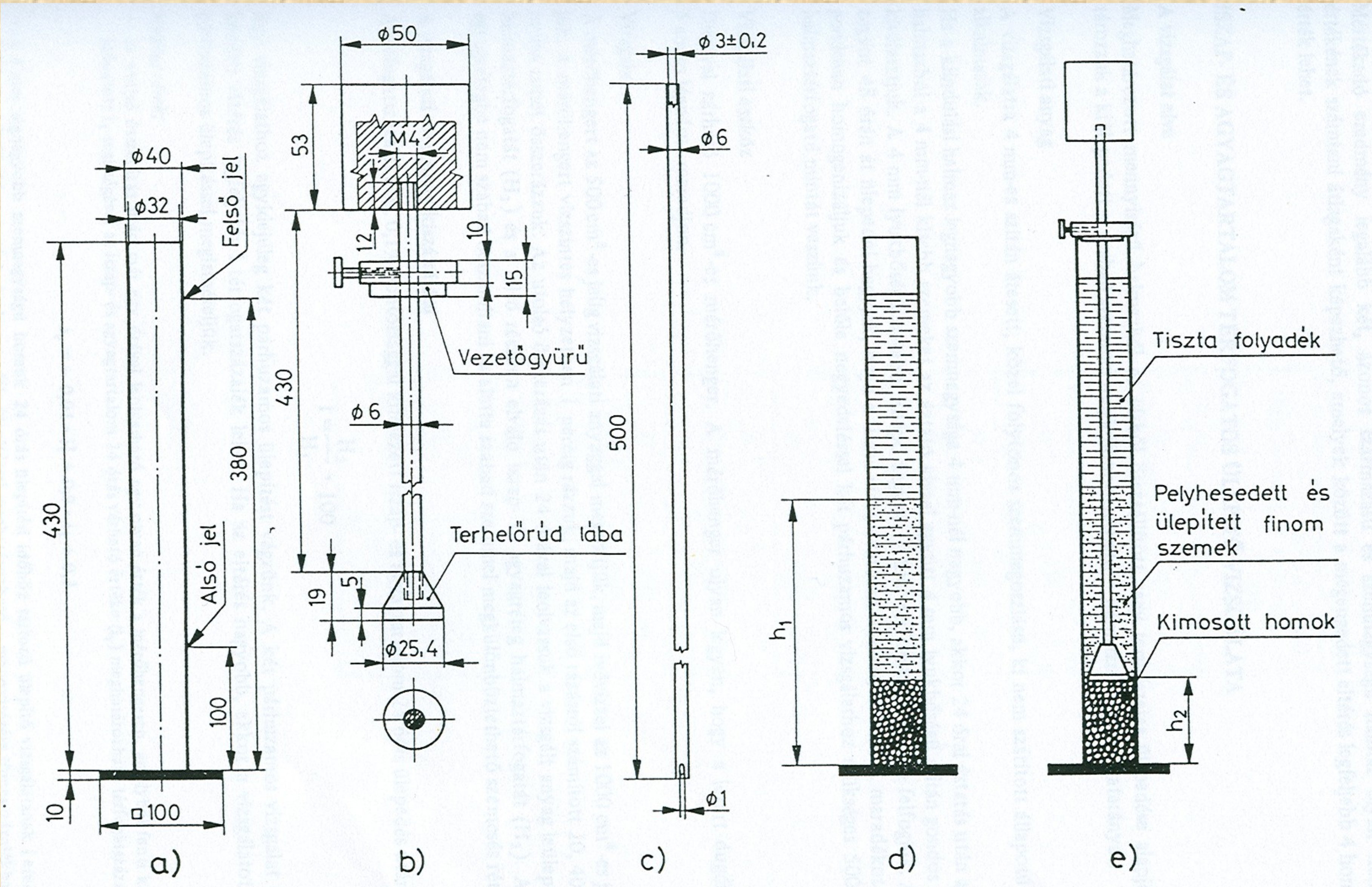


20 perc után a hengerbe óvatosan be kell ereszteni a mérő-dugattyút, és meg kell határozni a leülepedett alsó réteg magasságát (h_2), amelyet az anyag teljes magasságára (h_1) kell vonatkoztatni, és térfogatszázalékban kell kifejezni (SE). Ezt nevezzük homokegyenértéknek.

MSZ 18288-2:1984 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel
8. Homokegyenérték meghatározása

(A szabvány érvényben van)

Vizsgált anyag szemnagysága: 0-2 mm
Homokegyenérték: HE = 100.h_2/h_1 ahol
- **h_1 a zagy felső szintje mm-ben;**
- **h_2 a szemhalmaz felső szintje mm-ben.**



Az MSZ 18288-2:1984 szabvány 4. ábrája

Útügyi műszaki előírás	ÚT 2-3.601-1:2008
KÖZLEKEDÉSI, HÍRKÖZLÉSI ÉS ENERGIAÜGYI MINISZTÉRIUM	

(e-UT 05.01.12, zúzottkövek aszfalthoz)

4.1.3. Metilénkék vizsgálat

Ha finom kőanyaghalmaznak minősülő (D ≤ 2 mm) termék estében, továbbá a D ≤ 8 mm szemnagyságú nyújtott frakciós termékek esetében az MSZ EN 933-1:2012 szabvány szerinti szitavizsgálattal 0,063 mm-es szita használatával a „*finomszem tartalom*" 3-10 tömeg % közé esik, akkor a káros agyagok jelenlétének megállapítására (például egyes agyagásvány típusok duzzadási hajlama miatt) az MSZ EN 933-9:2009+A1:2013 szerinti metilénkék-vizsgálatot el kell végezni, és a vizsgálat eredményét meg kell adni.

Útügyi műszaki előírás	ÚT 2-3.601-1:2008
KÖZLEKEDÉSI, HÍRKÖZLÉSI ÉS ENERGIAÜGYI MINISZTÉRIUM	

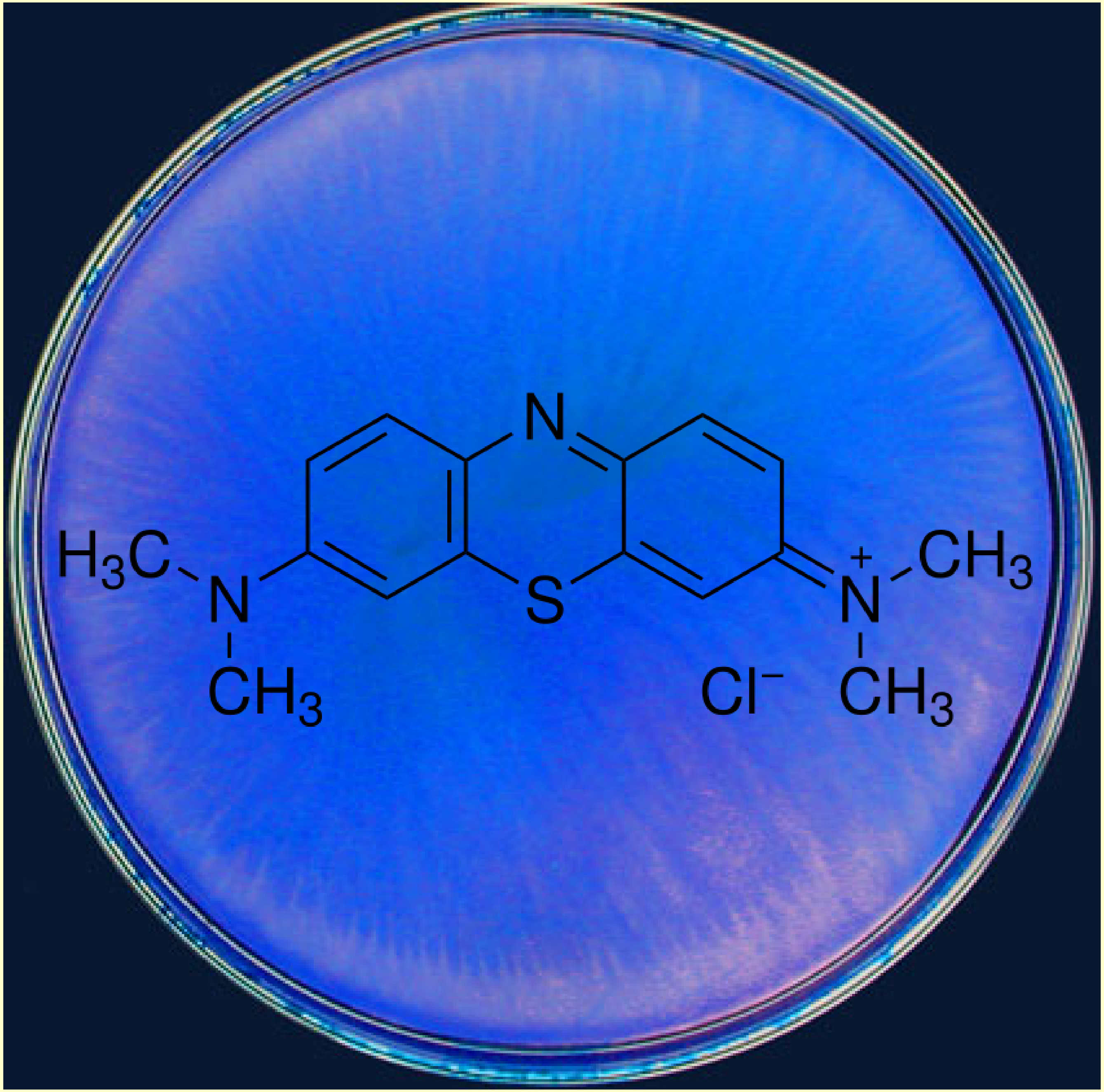
(e-UT 05.01.12, zúzottkövek aszfalthoz)

5. MEGFELELŐSÉG ÉRTÉKELÉSE

Az üzemi gyártásellenőrzés körébe vonatkozó egyes tulajdonságok vizsgálatait a Gyártónak az alábbi gyakoriságokkal kell elvégezni:

- **„finomszem tartalom”, szükség esetén „finom szemek minősége” (metilénkék érték) hetente legalább 1 alkalommal**
- **„finom szemek minősége” (metilénkék érték) évente legalább 2 alkalommal (tehát akkor is, ha szitavizsgálat eredménye nem teszi szükségessé)**

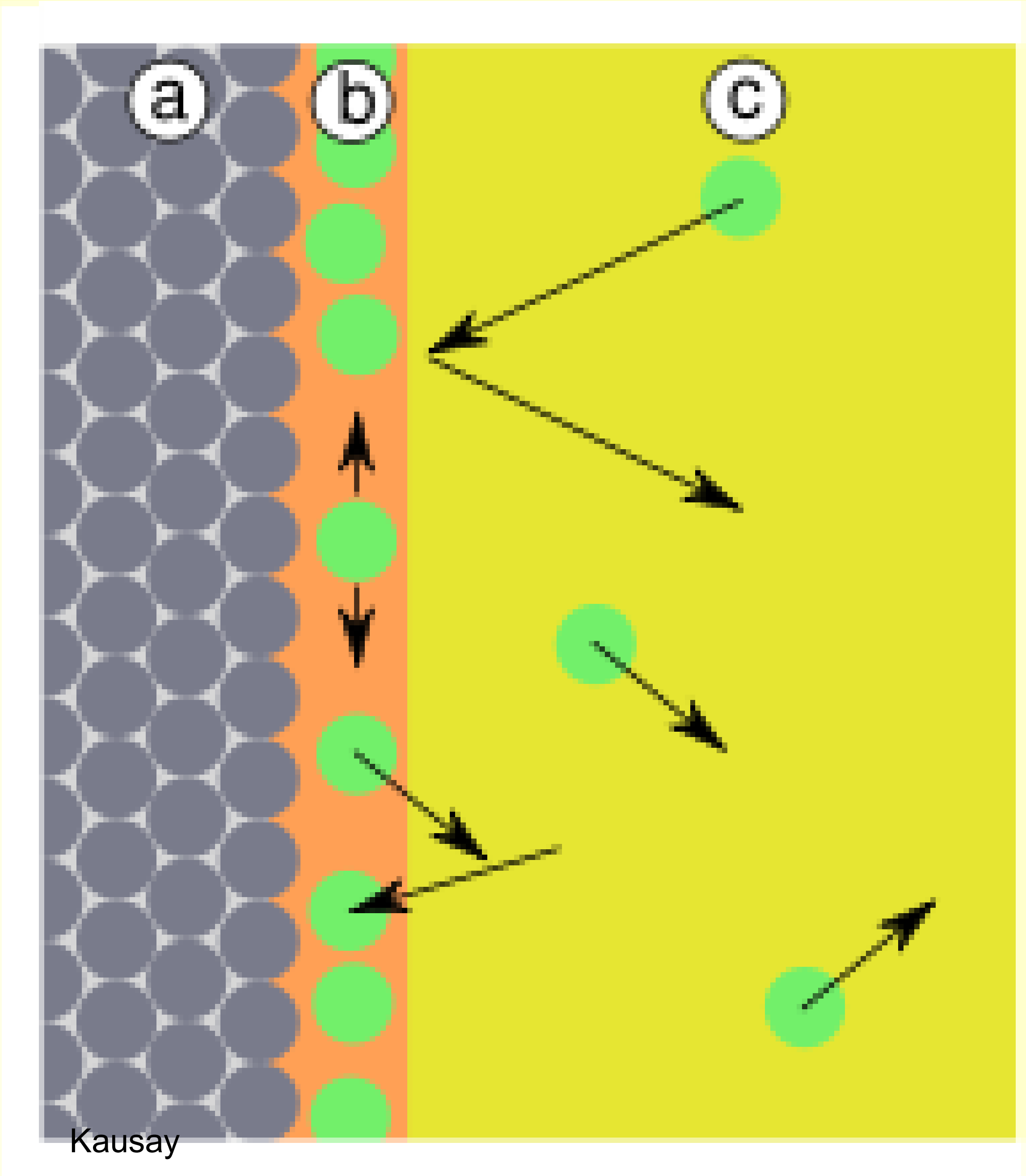
M E T I L É N K É K



A **metilénkéket** (amely a festék- és gyógyszeripar fontos anyaga) a **geológiában** a kőzetek agyagásványok tartalmának meghatározására használják mert pl. a legjelentősebb agyagásvány, a <u>montmorillonit</u> felületén adszorbeálódik.



Montmorillonit ($Al_2[(OH)_2/Si_4O_{10}]\bullet nH_2O$)



Az *adszorpció* általában fizikai folyamat (fizikai adszorpció), amelynek során molekulák egy másik anyag felületéhez tapadnak.

a) adszorbens

b) adszorbeált molekula

c) szabad molekula

MSZ EN 933-9:2009 Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata
9. rész: A finomszemtartalom meghatározása.
Metilénkék módszer

A módszer elve

A vizsgálati adag vizes szuszpenziójához folyamatosan kis mennyiségben (10 ± 0,1) g/liter koncentrációjú metilénkék-oldatot adagolunk. A festékoldat adszorpcióját a vizsgálati adag felületén minden egyes adagolás után szűrőpapíron végzett foltvizsgálattal ellenőrizzük, hogy kimutassuk a szabad festék jelenlétét.

Ha a szabad festék jelenlétéről meggyőződtünk, a metilénkék-értéket (MB vagy MB_F) kiszámítjuk, és mint az adszorbeált festék grammnyi mennyiségének a vizsgált szemnagysági osztály 1 kilogrammjára vonatkoztatott értékét fejezzük ki:

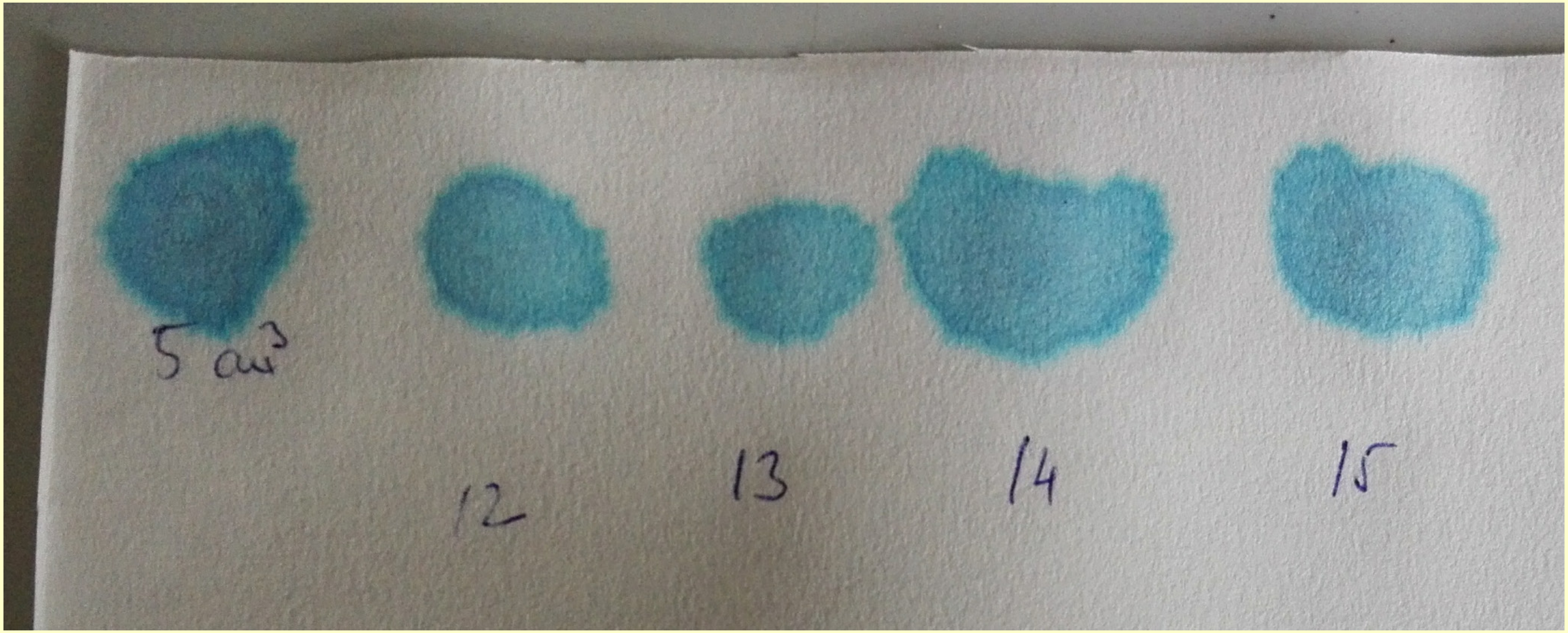
$$MB \quad vagy \quad MB_F = \frac{V_1}{M_1} \cdot 10 \quad [g/kg]$$ **ahol**

• V_1 a festékanyag-oldat azon teljes térfogata ml-ben, amely az 5 percig megmaradó festék gyűrű létrehozásához szükséges;

• M_1 a vizsgálati adag tömege g-ban.

A vizsgálati adag szemnagysága 0-2 mm (MB), vagy 0-0,125 mm (MB_F).

Szűrőpapír metilénkék folttal



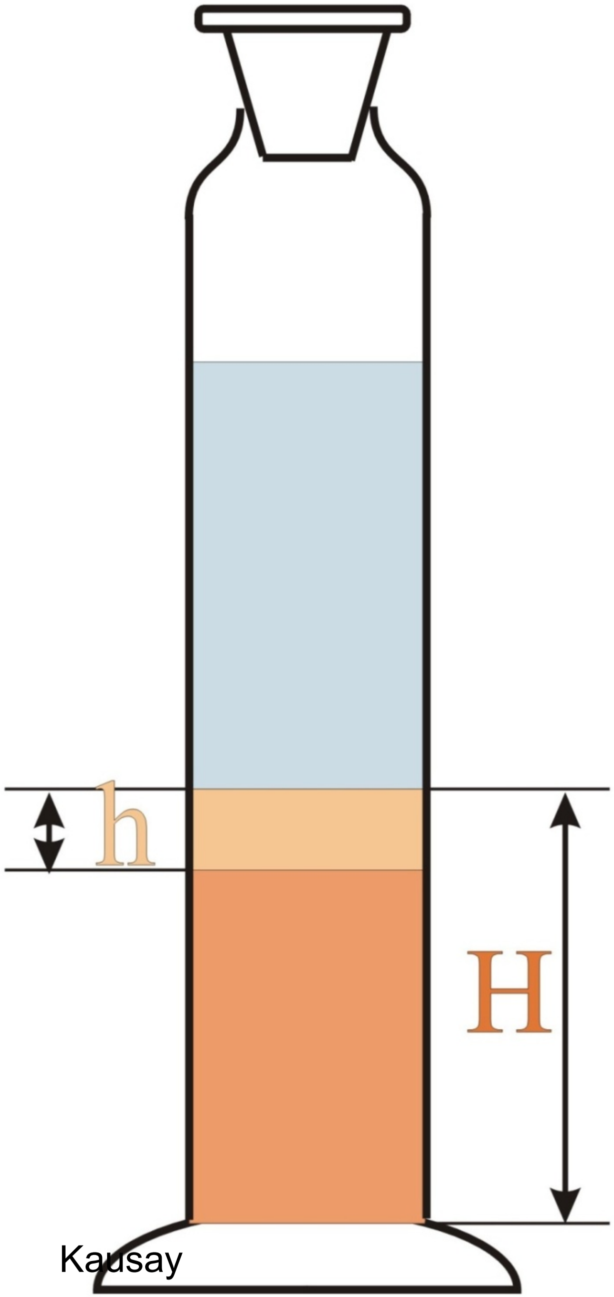
MSZ 18288-2:1984 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel

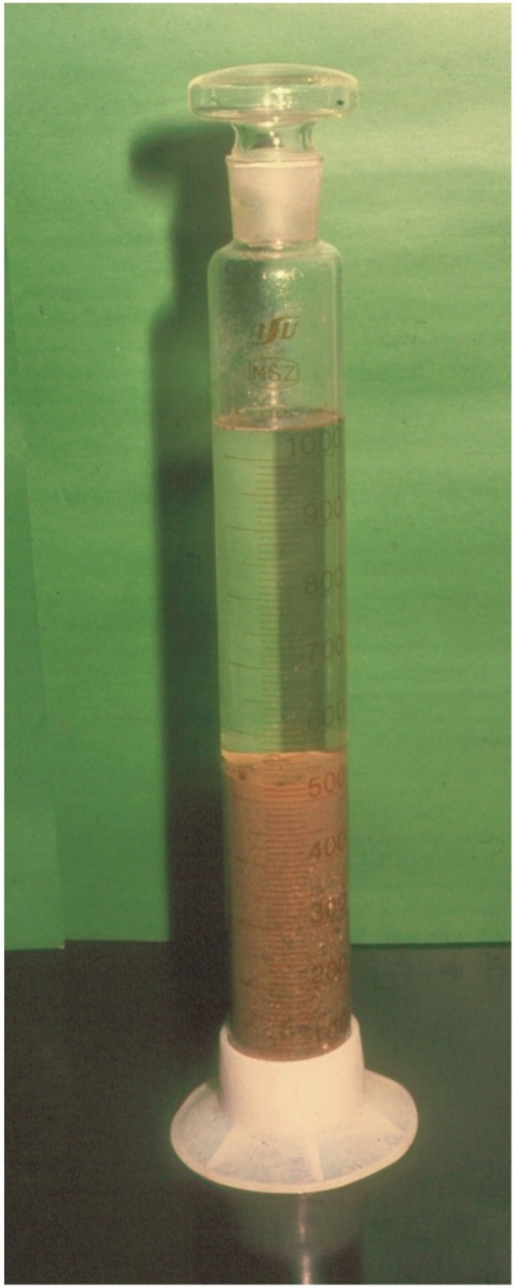
9. Iszap- és agyagtartalom térfogatos ülepítő vizsgálata

(A szabvány érvényben van)

Vizsgálati anyag szemnagysága: 0-4 mm.

A vizsgálati anyaggal az 500 ml jelig és ivóvízzel az 1000 ml jelig feltöltött mérőhengert vízszintesen a feltöltés után, majd 20, 40 és 60 perc múlva ismét fel kell rázni. Az utolsó összerázás után 24 órával le kell olvasni a *h* és *H* térfogatokat, és ki kell számítani az AI = 100×h/H [térfogat%] értéket.





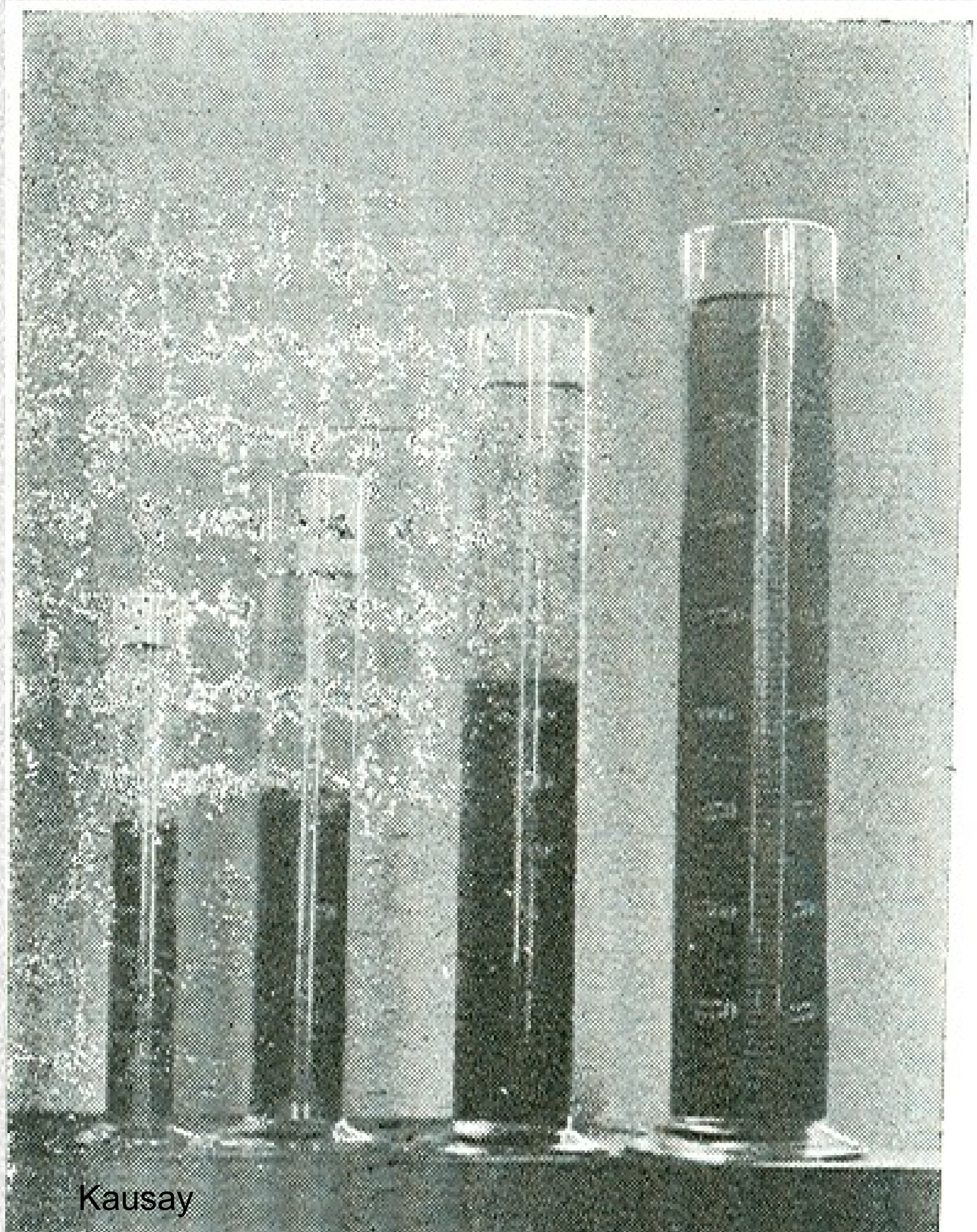
Az <u>agyag</u> 0,002 mm-nél kisebb, az <u>iszap</u> 0,02 - 0,002 mm közötti szemnagyságú üledékes kőzet.

***Stokes* törvényéből:**

$$v \sim 37060 * r^2$$

Az MSZ 18288-2:1984 szabvány 9. fejezet és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint térfogatos ülepítő vizsgálattal meghatározott agyag-iszaptartalom (névleges 0,02 mm-nél kisebb szemek mennyisége) határértékei

Minőségi osztály jele	Agyag- és iszaptartalom térfogat%	Alkalmazási terület, legfeljebb
P	$f \leq 3$	Feszített vasbeton és útpályaszerkezeti beton, valamint C50/60 vagy annál nagyobb nyomószilárdsági osztályú beton és vasbeton
Q	$3 < f \leq 6$	C20/25 és C45/50 közötti nyomószilárdsági osztályú beton és vasbeton (kivéve az útpályaszerkezeti betont)
R	$6 < f \leq 10$	Legfeljebb C16/20 nyomószilárdsági osztályú beton
S	$10 < f \leq 20$	Feltöltés, ágyazat



Az agyag- és iszaptartalom mérése mérőhengerben régi módszer.

A fénykép forrása: *Lampl Húgó* és *Sajó Elemér* „A BETON” c. 1914-ben kiadott könyvének 19. képe

Ha a térfogatos ülepítő vizsgálat eredménye szerint a minta agyag-iszaptartalma a megengedettnél nagyobb, akkor a 4 mm-es szitán vizes szitálással átmosott szemeken ásványtani vizsgálattal (MSZ 18281:1979, érvényes szabvány) lehet az agyagásvány mennyiségét meghatározni.

A hidrometrálással, ásványtani vizsgálattal meghatározott agyagásvány megengedett mennyiségére követelmény nem ismeretes, ezért a kérdéses homok, illetve homokos kavics betonadalékanyagkénti alkalmazhatóságáról szakértő véleményét kell kérni. (MSZ 4798:2016)

Finomszem tartalom

Az adalékanyagban azon szemek összessége, amelyek szemnagysága $\leq$ 0,063 mm.

Lisztfinomságú alkotóanyagok a betonban

A friss betonban azon szilárd anyagok összege, amelyek szemnagysága $\leq$ 0,125 mm. Tehát a cement, a kiegészítőanyagok és az adalékanyagok ebbe a tartományba eső frakciói összesen.

Finom alkotóanyagok a betonban

A friss betonban azon szilárd anyagok összege, amelyek szemnagysága $\leq$ 0,25 mm. Tehát a cement, a kiegészítőanyagok és az adalékanyagok ebbe a tartományba eső frakciói összesen.

Az adalékanyag finomszem tartalma ($\leq$ 0,063 mm) ártalmatlannak tekinthető, ha az adalékanyagnak az MSZ EN 933-1 szerinti vizes szitavizsgálattal meghatározott finomszem tartalma kisebb, mint 3 tömeg%.

A lisztfinomságú szemek (a 0,125 mm alatt lévő cement, adalékanyag és kiegészítőanyag szemek összessége) technológiailag a beton legfontosabb alkotóanyagai, mert

- **növelik a friss beton pépmegtartó képességét,**
- **csökkentik a kivérzési és szétosztályozódási hajlamát,**
- **növelik a vízigényét (zsugorodás, repedésveszély),**
- **befolyásolják a tömöríthetőségét, és jó hatással lehetnek a szilárd beton szövetszerkezetének tömörségére,**

azok túl nagy mennyisége azonban a cementhabarcsot és a friss betont viszkózussá (sűrűn folyóssá) teszi, és növeli annak vízigényét (zsugorodás, repedésveszély).

A túl sok lisztfinomságú szemet tartalmazó friss betonon nem lehet rendes felületet képezni, mert a felülete megrepedezik. Ha a beton felülete – a sok homok és/vagy lisztfinomságú szem következtében – durva szem hiányos, akkor a beton fagyállósága sokszor, a kopásállósága pedig szinte mindig csökken.

Lisztfinomságú szemek ajánlott mennyisége az ÖNORM B 4710-1 szabvány szerint

Legnagyobb szemnagyság, mm	Lisztfinomságú szemek ajánlott mennyisége, kg/m^3
8	450 ± 25
16	375 ± 25
22	350 ± 25
32	325 ± 25

A friss beton stabilitásához általában annál több lisztfinomságú szemre van szükség, minél képlékenyebb (lágyabb) a beton; és annál kevesebbre, minél inkább megközelíti a szemmegoszlási görbéje a *Fuller*-görbét (ÖNORM B 4710-1).

Az ÖNORM B 4710-1 szabvány szerint a **szivattyúzható beton** lisztfinomságú szemeinek mennyisége az előző táblázat középső és felső határértékei közé essék.

Az ÖNORM B 4710-1 szabvány szerint az **öntömörödő betonban** a lisztfinomságú szemek mennyisége legalább 500 kg/m^3 legyen.

Öntömörödő betont általában olyan 16 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal célszerű készíteni, amelynek szemmegoszlási görbéje az A-B tartomány (I. osztály) közepén vagy az A-B tartomány közepe és a B határgörbe között helyezkedik el.

Az ÖNORM B 4710-1 szabvány szerint a **látszó beton** lisztfinomságú szemeinek mennyisége az előző táblázat felső határértéke és 10 %-kal afeletti tartományba essék.

Lisztfinomságú (0,125 mm alatti) szemek megengedett legnagyobb mennyisége, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága 16 mm és 63 mm közötti, a DIN 1045-2:2008 szabvány 5.3.2 szakasza, F.4.1 és F.4.2 táblázata szerint

Cementtartalom, kg/m³	Lisztfinomságú (0,125 mm alatti) szemek megengedett legnagyobb mennyisége kg/m³
ha a beton, illetve könnyűbeton nyomószilárdsági osztálya *nem nagyobb* mint C50/60, illetve LC50/55, és a beton környezeti osztálya XF és/vagy XM	
≤ 300	400
≤ 350	450
ha a beton, illetve könnyűbeton nyomószilárdsági osztálya *nagyobb* mint C50/60, illetve LC50/55 a beton valamennyi környezeti osztálya esetén	
≤ 400	500
450	550
≥ 500	600

Megjegyzés:

1) XM a német kopásállósági környezeti osztályok jele.

2) A lisztfinomságú szemek megengedett legnagyobb mennyiségét (400-450) kg/m^3 között és (500-600) kg/m^3 között a tényleges cementtartalomnak megfelelően szabad lineárisan interpolálni.

3) Ha a nyomószilárdsági osztály nem nagyobb, mint C50/60, illetve LC50/55 és a cementtartalom több, mint 350 kg/m^3, akkor a lisztfinomságú szemek megengedett legnagyobb mennyisége legfeljebb 50 kg/m^3-rel, tehát 500 kg/m^3-re megnövelhető.

4) Ha puccolános tulajdonságú II. típusú kiegészítőanyagot alkalmazunk, akkor a lisztfinomságú szemek megengedett mennyisége – a puccolános kiegészítőanyag többletadagolásával – legfeljebb 50 kg/m^3-rel megnövelhető. (Puccolános tulajdonsága van például a természetes trasznak és tufának, a savanyú pernyének, a szilikapornak, metakaolinnak, nanoszilikának; az őrölt, granulált kohósalak és a bázikus pernye rejtett, azaz latens hidraulikus tulajdonságú II. típusú kiegészítőanyag.)

5) Ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága 8 mm, akkor a lisztfinomságú szemek megengedett legnagyobb mennyisége legfeljebb 50 kg/m^3-rel megnövelhető.

Finom alkotóanyagok (0,25 mm alatti szemek) szükséges mennyisége a betonban jól bedolgozható vízzáróbeton keverékhez a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 8.2. táblázata szerint

Legnagyobb szemnagyság mm	Betömörített friss vízzáróbeton szükséges 0,25 mm alatti finomrész-tartalma, kg/m^3	
	légbuborékképző nélkül	légbuborékképzővel
8	525	470
12	485	435
16	450	400
24	415	370
32	380	340
48	350	320
63	320	290

Cementpép-igény az a cementpép (a cement és a víz keveréke) tartalom, amely az adott szemmegoszlású adalékanyag szemhalmaz tömör vázának a hézagait adott konzisztencia mellett éppen kitölti, és az adalékanyag-szemek felületét legfeljebb 0,1 mm vastagságban éppen bevonja.

Cementpép-tartalom alatt a friss betonban lévő cement és a víz *abszolút térfogatának* összegét értjük.

A betonadalékanyag vízigénye

A betonadalékanyag vízigénye a szemmegoszlás, az agyag-iszap tartalom, és az előállítandó beton konzisztenciájának függvénye. A vízigény meghatározására a MÉASZ ME-04-19:1995 „Beton és vasbeton készítése” műszaki előírás 3.2.1.2.2. szakasza vizsgálati módszert és számítási képleteket közöl.

MAGYAR ÉPÍTŐANYAGIPARI SZÖVETSÉG

MŰSZAKI ELŐÍRÁS

BETON ÉS VASBETON KÉSZÍTÉSE

Hivatkozás: MÉASZ ME-04.19:1995

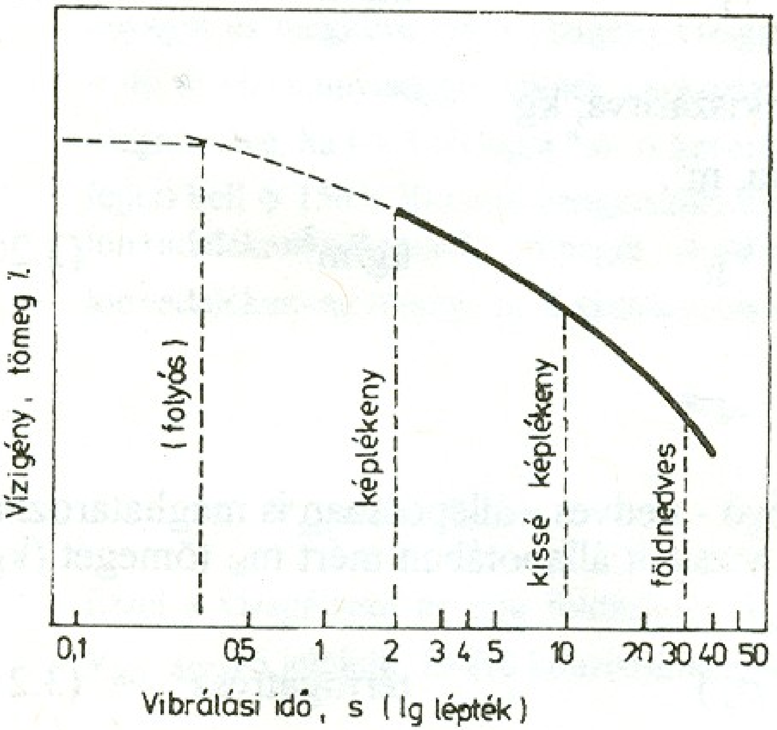
A legfeljebb 3 térfogat % agyag-iszapot tartalmazó homokos kavics vízigényének tájékoztató értéke tömegrészben a finomsági modulustól és a konzisztenciától függően a (3.12.)-(3.15.) képletekből számítható.

FN betonra:

$$w_{ao} = 0{,}217 \cdot e^{-0{,}204 \cdot m} \qquad (3.12)$$

3. fejezet

A beton alapanyagai



3.20. ábra : Az adalékanyag vízigényvizsgálatának az értékelése

KK betonra:

$$w_{ao} = 0{,}241 \cdot e^{-0{,}194 \cdot m} \qquad (3.13)$$

K betonra:

$$w_{ao} = 0{,}265 \cdot e^{-0{,}184 \cdot m} \qquad (3.14)$$

F betonra:

$$w_{ao} = 0{,}278 \cdot e^{-0{,}179 \cdot m} \qquad (3.15)$$

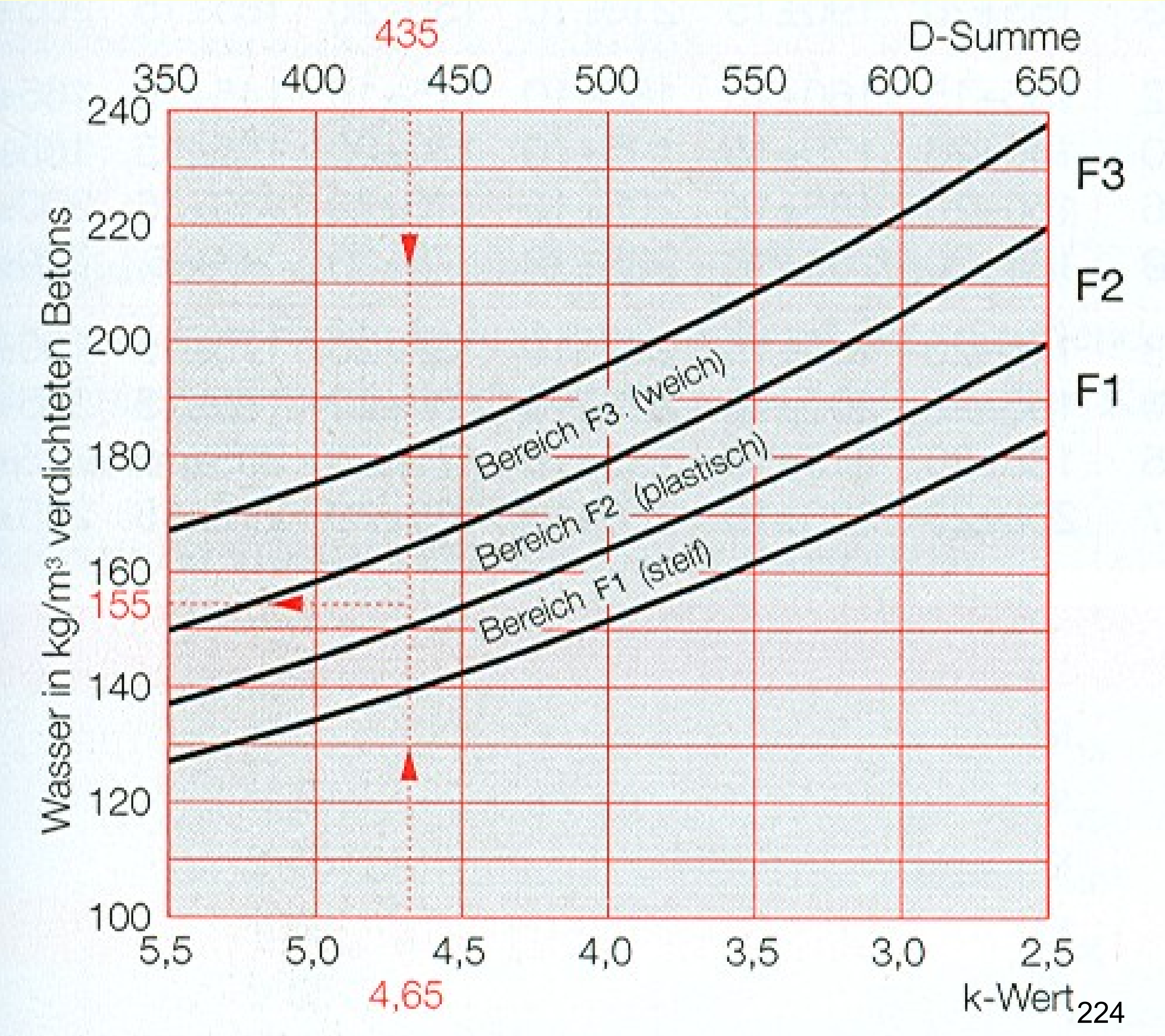
Ha a homokos kavics *f* agyag-iszap tartalma 3 térfogat %-nál több, akkor w_{ao} értékét az alábbiak szerint kell kiszámítani:

$$w_a = w_{ao} + (f-3)\frac{e^{\sqrt[3]{\frac{1}{k_s}}}}{1400} \qquad (3.16)$$

ahol k_S = a konzisztencia víztartóképesség szerinti mérőszáma, s (lásd Előírás 5.2.2.1. fejezet).

A beton alapanyagai

Német vízigény-görbék
Forrás: Schwenk:
Betontechnische Daten, Ulm, 2006.



Német vízigény-táblázat. Forrás: Schwenk

Gesteins-körnung		Richtwerte für den Wassergehalt w in kg je m³ Frischbeton der Konsistenzen F1, F2 und F3 bei Gesteinskörnung mit					
		großem Wasseranspruch			geringem Wasseranspruch		
Sieb-linie n. DIN 1045-2 Anh. L	Kör-nungs-ziffer **k**	F1	F2	F3	F1	F2	F3
A 63	6,15	120±15	145±10	160±10	95±15	125±10	140±10
A 32	5,48	130±15	155±10	175±10	105±15	135±10	150±10
A 16	4,60	140±20	170±15	190±10	120±20	155±15	175±10
A 8	3,63	155±20	190±15	210±10	150±20	185±15	205±10
B 63	4,92	135±15	160±10	180±10	115±15	145±10	165±10
B 32	4,20	140±20	175±15	195±10	130±20	165±15	185±10
B 16	3,66	150±20	185±15	205±10	140±20	180±15	200±10
B 8	2,90	175±20	205±15	225±10	170±20	200±5	220±10
C 63	3,73	145±20	180±15	200±10	135±20	175±15	190±10
C 32	3,30	165±20	200±15	220±10	160±20	195±15	215±10
C 16	2,75	185±20	215±15	235±10	175±20	205±15	225±10
C 8	2,27	200±20	230±15	250±10	185±20	215±15	235±10



Köszönöm a szíves figyelmüket…